

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Қ. И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ  
УНИВЕРСИТЕТІ



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты  
«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Имантаев Еrsaғын Серікұлы

«Оттегі концентрациясын басқару блоктарын және оттегі станциясының  
бактерияға қарсы сүзгі жүйесін жасау»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B071600 – Аспап жасау мамандығы

Алматы 2022

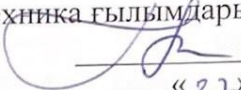
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Қ. И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ  
УНИВЕРСИТЕТІ



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ**  
РТЖАТҚ кафедра меңгерушісі  
техника ғылымдарының кандидаты  
 Қ.А. Ожикенов  
«22» мамыр 2022 ж.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы: «Оттегі концентрациясын басқару блоктарын және оттегі  
станциясының бактерияға қарсы сүзгі жүйесін жасау»

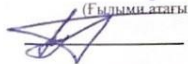
5B071600 – Аспап жасау мамандығы бойынша

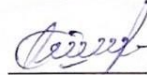
Орындады

Имантаев Е.С.

Рецензент

Ғылыми жетекшісі

Р.Қ. Сағдиев проф.  
(Ғылыми аты, дәрежесі)  
 Сағдиев Р.Қ.

 Байтурганова В.Қ.

колы аты-жөні  
«27» мамыр 2022 ж.

«26» мамыр 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Қ. И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ  
УНИВЕРСИТЕТІ



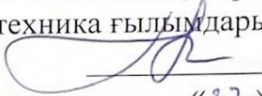
SATBAYEV  
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

5B071600 – Аспап жасау

**БЕКІТЕМІН**

РТжАТҚ кафедра меңгерушісі  
техника ғылымдарының кандидаты  
 Қ.А. Ожикенов  
«27» мамыр 2022 ж.

**ТАПСЫРМА**

дипломдық жұмысты орындауға

Білім алушыға Имантаев Ерсағын Серікұлы

Тақырыбы: Оттегі концентрациясын басқару блоктарын және оттегі станциясының бактерияға қарсы сүзгі жүйесін жасау.

Университет ректорының бұйрығымен бекітілген № 489-П/Ө 24.12.2021 ж.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «25» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: Медициналық оттегі станциясы туралы анықтамалар, олардың құрамын талдау. Басқару құрылғыларын талдау.

Дипломдық жұмыста әзірленуге жататын мәселелер тізімі:

а) Оттегі концентрациясының басқару блоктарымен танысу, жұмыс принциптерімен танысу.

б) Басқарудың және бақылаудың жүйесі.

в) Arduino -да оттегі концентрациясын өлшеу жүйесін жасау.

г) Siemens Simatic WinCC TiA портал ортасында бағдарламалық және әдістемелік жұмыс жасалынды.

Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

15 слайд

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 20 әдебиеттер тізімі


**Дипломдық жобаны дайындау**

**КЕСТЕСІ**

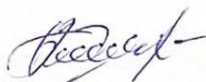
Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Теориялық бөлім	24.01 - 17.02. 2022	Орындалды.
Бағдарламалық бөлім	20.02. - 20.03. 2022	Орындалды.
Зерттеу бөлімі	23.03 - 30.04. 2022	Орындалды.
Қорытынды бөлім	01.05 - 07.05. 2022.	Орындалды.

Аяқталған дипломдық жобаға және оған қытысты бөлімдерінің кеңесшілері мен қалып бақылаушының

**ҚОЛТАҢБАЛАРЫ**

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекшілер, кеңесшілер, (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қол
Қалып бақылаушы	Көшербай М.А.	26.05.22	

Ғылыми жетекшісі



Байтурганова В.К.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Имантаев Е.С.

Күні

«20» мамыр 2022 ж.

## АҢДАТПА

Медицинада оттегі концентраторлары емдік және профилактикалық мақсатта қолданылады, олар жеңіл жеткіліксіздігі бар адамдарға, сондай-ақ ауасы жоғары ластанған қалалардың тұрғындарына оттегі терапиясын жүргізу үшін қолданылады. Оттегі концентраторының көмегімен газдарды атмосфералық ауадан бөлу арқылы жоғары таза оттегі алынады. Оттегі концентраторын орталықтандырылған оттегімен қамтамасыз ету болмаған кезде көмекші оттегі терапиясы үшін де пайдалануға болады.

Осы дипломдық жұмыста оттегінің концентрациясын анықтайтын аспап, оның құраушы бөліктері және сұлбалары ұсынылды. Маңызды элементі оттегі датчигі талданып, оның контроллерге қосылу сұлбасы келтірілді. Осы датчик арқылы оттегінің концентрациясын анықтауға болады. Негізгі бөлімде жалпы оттегі стациясының анықтамалары, құраушылары берілді.

## АННОТАЦИЯ

В медицине кислородные концентраторы применяются в лечебно-профилактических целях, их применяют для кислородотерапии людей с легкой степенью недостаточности, а также жителей сильно загрязненных городов. Кислород высокой чистоты получают путем отделения газов от атмосферного воздуха с помощью кислородного концентратора. Кислородный концентратор также можно использовать для адъювантной оксигенотерапии при отсутствии централизованного снабжения кислородом.

В данной дипломной работе представлен прибор для определения концентрации кислорода, его составные части и схемы. Важным элементом является кислородный датчик, который подключается к контроллеру. Этот датчик можно использовать для определения концентрации кислорода. В основном разделе даны определения и составные части полной кислородной станции.

## ANNOTATION

In medicine, oxygen concentrators are used for therapeutic and prophylactic purposes, they are used for oxygen therapy for people with a mild degree of insufficiency, as well as residents of heavily polluted cities. High purity oxygen is obtained by separating gases from atmospheric air using an oxygen concentrator. An oxygen concentrator can also be used for adjuvant oxygen therapy in the absence of a central oxygen supply.

This thesis presents a device for determining the concentration of oxygen, its components and circuits. An important element is the oxygen sensor, which is connected to the controller. This sensor can be used to determine the oxygen concentration. The main section gives the definitions and components of a complete oxygen plant.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Оттегі станциясы	11
1.1 Оттегі газдандыру станциясы	11
1.2 Оттегінің қанығу дәрежесі	13
1.3 Құрылғылардың негізгі сипаттамалары	14
1.4 Медицинадағы оттегі	15
1.5 Баллондардағы оттегі	16
1.6 Газды бөлу принципі	17
1.7 Адсорбциялық оттегі қондырғысының жұмыс істеу принципі	18
1.8 Басқару құрылғылары	18
1.9 Оттегі (O <sub>2</sub> ) мен көмірқышқыл газының (CO <sub>2</sub> ) концентрациясы	20
1.10 Салыстырмалы ылғалдылық және ауа температурасы	22
2 Практикалық бөлім	23
2.1 Matlab ортасында оттегі концентратордың моделі	23
3 Оттегі концентрациясының басқару блоктарын және бактерияға қарсы сүзгі жүйесі	25
3.1 Басқарудың және бақылаудың жүйесі	25
3.2 Жұмыс принципі және пайдалану шарттары	29
3.3 Оттегі концентраторының жұмыс принципі	29
3.4 Оттегі станциясының бактерияға қарсы сүзгі жүйесі	33
3.5 Медициналық вакуумға арналған бактерияға қарсы сүзгі	35
3.6 Arduino -да оттегі концентрациясын өлшеу жүйесін жасау	37
Қортынды	41
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	42
Қосымша А	44



## КІРІСПЕ

Оттегі талдауының қажеттілігі әртүрлі орталар мен қолданбаларда тиімдірек, сенімді және арзан  $O_2$  анықтау технологияларын сөзсіз іздеуге әкелді. Ерітілген оттегі концентрациясы талдауы бірнеше салаларда қажет, атап айтқанда биология, океанография, химия, тамақ және фармацевтика өнеркәсібі және т.б. Бұл технология стандартты жасау процестерін пайдаланады және микрофлюидтік арналарда, медициналық құрылғыларда, биология және химия қолданбаларында, теңіз зерттеулерінде және басқа да зертханалық құрылғыларда оттегі талдауы үшін пайдалы болуы мүмкін.

Ең қолжетімді оттегі датчиктері электрохимиялық немесе оптикалық анықтау әдістеріне негізделген. Біріншісі, қымбат емес, таңбаланбаған сенсорларды қамтамасыз етсе де, қоршаған орта жағдайлары өзгерген кезде мерзімді калибрлеуді реттеуді және тұрақты техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді. Сонымен қатар, олар оқу процесінде оттегін тұтынады, бұл оттегі толығымен тұтынылмауы үшін сұйықтықтың тұрақты ағынын талап ететін нәтижелерді жарамсыз етеді. Сонымен қатар, олар негізгі көрсеткіштерге әсер ететін әртүрлі газдардың болуымен әсер етуі мүмкін.

Көрсеткіштерге ең көп әсер ететін заттар күкірт сутегі, күкірт диоксиді, хлор, көміртек тотығы, азот оксиді, азот оксиді, галоген, сутегі, озон және қышқылдар мен сілтілі ерітінділер сияқты күшті заттар. Керісінше, оптикалық зондтау әдістемелері ұзақ уақыт бойы сенімді көрсеткіштерді сақтай отырып, мерзімді калибрлеуді қажет етпейді және оқу процесінде ағынның тәуелсіздігін қамтамасыз ететін оттегін тұтынбайды. Сонымен қатар, ұзақ мерзімді қолданбаларға арналған оптикалық сенсорлардың ең үлкен артықшылықтарының бірі олардың минималды техникалық қызмет көрсетуі болып табылады. Оттегі индикаторлық мембранаға негізделгендер үшін қызмет көрсету мембрананы жыл сайын ауыстыру арқылы флуоресцентті индикаторды жаңартумен шектеледі. Дегенмен, оптикалық оттегі датчиктері электрохимиялық сенсорлардың кейбір ең үлкен кемшіліктерін жеңсе де, олар жаңа және инновациялық принципті қолданады және әлі нарықта өзін көрсете алмады.

Осы тақырыптың өзектілігі, оттегі концентрациясын бақылау газды талдау саласындағы ең маңызды және кең таралған міндеттердің бірі болып табылады. Көптеген өнеркәсіптік процестерде, әсіресе медицинада оттегі мониторингі қажет, өйткені газды өлшеу және тіркеу оңтайлы қауіпсіздік жағдайларын сақтау және өнімнің тұрақты сапасын қамтамасыз ету үшін қажет. Оттегі газ анализаторлары жылжымалы және стационарлық нұсқаларда қол жетімді. Соңғылары бөлмелердегі, цилиндрлердегі, қысымды камералардағы, реакторлардағы, центрифугалардағы оттегінің үздіксіз талдауына арналған. Оттегінің мөлшерін өлшеу көрсеткіштері аспаптың дисплейінде көрсетіледі, концентрация асып кеткен немесе азайған кезде құрылғы дыбыстық және жарық дабылдарын іске қосады.

Оттегі периодтық жүйенің кез келген басқа элементімен әрекеттескенде оксид түзіледі. Биотехнологияға негізделген бірде-бір кәсіпорын сұйық ортадағы оттегінің деңгейін өлшеуге қабілетті құрылғыларсыз жұмыс істей алмайды. Бұл металлургия (түсті және қара), фармацевтика, электр станциялары (ЖЭС, ГРЭС, АЭС), тамақ өнімдерін өндіру, қоршаған ортаны қорғауға жауапты қызметтер, медицина және мұнай өнеркәсібі сияқты салалық ұйымдар.

Жұмыстың мақсаты. Оттегі концентрациясын басқару блогын және бактерияға қарсы сүзгі жүйесін жасау. Сол міндетті орындау үшін жалпы оттегі станциясының жұмыс принципі және элементтерімен танысу. Оттегінің концентрациясын анықтау туралы мәлімет келтіру. Оттегі концентраторлар құрылғысы талдау. Оттегі станциясында оттегінің концентрациясын анықтайтын құралды ұсыну, оған талдау жасау, схемаларын ұсыну керек.

# 1 ОТТЕГІ СТАНЦИЯ

## 1.1 Оттегі газдандыру станциясы

Оттегімен байытылған қоспа түріндегі оттегі емдеу мекемелерінде жансақтау бөлімшелерінде, хирургияда, реанимацияда, перзентханада және т.б. науқастардың тыныс алуын жеңілдету үшін кеңінен қолданылады. Көп жағдайда ауруханалардағы оттегі көздері концентраторлар немесе толтырылған баллондар болып табылады. Ол. Цилиндрлерді үнемі толтыру қажет, ал концентраторлар тек бір ғана аурухана төсегімен қамтамасыз етеді. Бұл көбінесе оттегі баллондарын ауыстыру немесе басқа емделуші үшін оттегі концентраторын дайындау қажет болғанда пациенттерді оттегімен қамтамасыз етудің үзілуіне әкеледі. Мәселенің балама және шешімі – стационарлық оттегі станциясын пайдалану.



Сурет 1.1 – Орталықтандырылған оттегімен қамтамасыз ету

Орталықтандырылған оттегімен жабдықтау жүйесі мыналардан тұрады:

- оттегімен қамтамасыз ету көзі;
- оттегі құбырларының сыртқы желісі;
- ішкі оттегімен қамтамасыз ету жүйесі.

Оттегі көздері медициналық газбен жабдықтау жүйелерін жобалауға арналған тапсырмада көрсетілуі керек. Тұтынылатын оттегінің мөлшеріне және жергілікті жағдайларға (газ тәрізді немесе сұйық оттегінің болуы) байланысты оттегімен қамтамасыз ету көзі:

- оттегі-газдандыру станциясы (КГС);
- газ қысымы 15 МПа болатын 40 литрлік оттегі баллондары;
- оттегі генераторы (концентратор).

Оттегі газдандыру станциясы - сұйық оттегін сақтауға және газдандыруға арналған суық криогенді ыдыс. Станция сұйық өнімді сақтауға және беруге арналған резервуардан және сұйық оттегін газдандыру және тұтынушыға газды беру үшін қолданылатын буландырғыштардан тұрады.

Станция сұйық оттегін танкерлерге жеткізуге арналған және оған кіруді болдырмайтын тиісті қоршауы бар (биіктігі кемінде 1,6 м) бетоннан немесе басқа бейорганикалық материалдардан (асфальтты пайдалануға тыйым салынады)

ашық, жарықтандырылған аумақта орналасуы керек. Қоршау үшін металл торды пайдалануға рұқсат етіледі.

Медициналық ұйымдардың ғимараттарынан отқа төзімділіктің III дәрежесінен төмен емес станция резервуарларына дейінгі қашықтық (цистерналардағы сұйықтықтың жалпы мөлшері 16 тоннадан аспайтын) кемінде 9 м болуы керек. Сұйықтықты орнатуға рұқсат етіледі. Медициналық ұйымдар ғимараттарының қабырғаларының соқыр учаскелерінің жанында сұйықтықтың жалпы мөлшері 16 тоннадан аспайтын оттегі цистерналары, бұл ретте терезелерге немесе саңылауға дейінгі қашықтық кемінде 9 м болуы керек.

Сұйықтық мөлшері 10 т және одан да көп ғимараттардың сыртында орналасқан сұйық оттегі резервуарларынан сыртқы өрт және жарылыс қауіпті қондырғыларға, сондай-ақ ашық май толтырылған электр қондырғыларына дейінгі қашықтық кемінде 20 м болуы керек.

Оттегі рампасы медициналық ұйымдарда келесідей қолданылады:

- ұйымның оттегіге шағын қажеттілігі бар негізгі көз (бұл жағдайда баллондардың жалпы сыйымдылығы ұйымның жұмысы үшін кемінде 3 күн оттегімен қамтамасыз етуді қамтамасыз етуі керек);

- егер ұйымның операциялық немесе реанимациялық бөлімшесі болса, оттегінің негізгі көзіне (станция немесе орталық оттегі нүктесі) қосымша резервтік (апаттық) көз.

Оттегі генераторы (концентратор) – адсорбциялық процесті пайдалана отырып, қоршаған ауадан оттегін бөлуге мүмкіндік беретін қондырғы. Оларды орналастырудың тиісті нормаларын бұзбай, медициналық ұйымның алаңында басқа оттегі көздерін орналастыру мүмкін болмаған кезде, сондай-ақ жергілікті жердегі газ тәрізді немесе сұйық оттегімен қамтамасыз ету мүмкін болмаған жағдайларда, адамдар көп шоғырланған жерлерде қолданылуы мүмкін. шарттар.

Оттегі генераторы тазалықта  $(93 \pm 3)\%$  және шығыс қысымы 0,8 МПа дейін оттегін шығаруға мүмкіндік береді.

Шағын ұйымның оттегі қажеттілігінің негізгі көзі ретінде пайдаланылатын өнімділігі төмен (100 л/мин дейін) оттегі генераторларын ғимарат ішінде (ең жоғары болатын жерлерді ескере отырып орналасқан терезе саңылаулары бар жеке бөлмеде) орналастыруға болады. тұтыну, бірінші және жоғарғы қабаттарда).

Ұйымда оттегіге үлкен қажеттілік болған кезде қолданылатын қуаты 100 л/мин астам оттегі генераторлары ғимараттың сыртында жарықтандыру, жылыту және ауаны баптау жүйелерімен жабдықталған арнайы контейнерлерде орнатылуы керек.

Медициналық ұйымдардың ғимараттарынан оттегі генераторлары бар контейнерлерге дейінгі қашықтық нормаланбаған.

Оттегі генераторының қондырғысына мыналар кіреді: ауа компрессоры, оттегі генераторына арналған сығылған ауаны дайындау блогы (сүзгілер, сығылған ауа кептіргіш), оттегі генераторы, ауа және оттегі қабылдағыштар және басқару блогы. Контейнерлердегі зауыттар оттегінің резервтік көзі ретінде

пайдаланылуы мүмкін өндірілген оттегін цилиндрлерге толтыру станцияларымен жабдықталуы мүмкін.

Оттегі құбырларының сыртқы желілері арқылы сыртқы жабдықтау көзінен оттегі тұтынушы ғимаратына тасымалданады.

## 1.2 Оттегінің қанығу дәрежесі

Ерітілген оттегі табиғи суда  $O_2$  молекуласы түрінде кездеседі. Оның құрамына қарама-қарсы бағытталған процестердің екі тобы әсер етеді: кейбіреулері оттегінің концентрациясын арттырады, басқалары оны азайтады.

Олардың біріншісіне атмосферадан оттегінің сіңірілуі, фотосинтез кезінде оттегінің бөлінуі, әдетте оттегімен қаныққан жаңбыр мен қар суының су айдындарына түсуі жатады. Артезиан суларында бұл факторлардың барлығы іс жүзінде әрекет етпейді, сондықтан мұндай суларда оттегі жоқ. Ал жер үсті суларында оттегінің мөлшері оның концентрациясын төмендететін процестердің болуына байланысты теориялық мүмкін емес, атап айтқанда: әртүрлі организмдердің оттегін тұтынуы, ашыту, органикалық қалдықтардың ыдырауы, тотығу реакциялары және т.б.

Судағы оттегінің салыстырмалы мөлшері оның қалыпты мөлшерінен пайызбен көрсетілген оттегінің қанығу дәрежесі деп аталады. Бұл параметр су температурасына, атмосфералық қысымға және тұздылық деңгейіне байланысты. Формула бойынша есептеледі:

$$M = (a * 101308 * 100) / N * P, \quad (1.1)$$

мұндағы:  $M$  - судың оттегімен қанығу дәрежесі, %;  $a$  - оттегі концентрациясы, мг/дм<sup>3</sup>;  $P$  – атмосфералық қысым, МПа.  $N$  - берілген температурадағы оттегінің қалыпты концентрациясы және жалпы қысымы 0,101308 МПа келесі кестеде берілген:

Кесте 1.1 – Оттегінің қанығу дәрежесі

Ертілу	Температура, °C								
	0	10	20	30	40	50	60	80	100
мг $O_2$ /дм <sup>3</sup>	14.6	11.3	9.1	7.5	6.5	5.6	4.8	2.9	0.0

Оттегі концентрациясы тотығу-тотықсыздану потенциалының шамасын және көп дәрежеде органикалық және бейорганикалық қосылыстардың химиялық және биохимиялық тотығу процестерінің бағыты мен жылдамдығын анықтайды.

Ерітілген оттегі үшін денсаулық көрсеткіштері үшін ешқандай мән ұсынбайды. Алайда судағы оттегінің күрт төмендеуі оның химиялық және/немесе биологиялық ластануын көрсетеді.

Өз кезегінде, еріген оттегінің азаюы нитраттың нитритке және сульфаттың сульфидке дейін микробиологиялық төмендеуіне ықпал етуі мүмкін, бұл иіс тудырады. Оттегі мөлшерінің төмендеуі де ерітіндідегі темірдің концентрациясының жоғарылауына әкеледі және оны жоюды қиындатады.

Оттегі, мүмкін, планетадағы ең маңызды элемент, онсыз өсімдіктер мен жануарлар әлемінің болуы мүмкін емес еді. Күшті тотықтырғыш ретінде әрекет ете отырып, ол адам ағзасында болатын көптеген процестерге қатысады. Сондықтан өкпе мен қанды жеткілікті мөлшерде оттегімен қамтамасыз ету тек ауру адамдардың ғана емес, сонымен бірге сау адамдардың да өмірінің кілті болып табылады.

Бүгінгі күні ауаны оттегімен жасанды байыту үшін арнайы оттегі концентраторлары қолданылады. Олар физиотерапия кабинеттерінде, қарқынды терапия бөлімшелерінде, хирургиялық және операциялық бөлмелерде, перинаталдық орталықтарда, сондай-ақ қарапайым пәтерлер мен кеңселерде кеңінен қолданылады. Қазіргі заманғы өндірушілер тұтынушыларға әртүрлі сипаттамалары бар кәсіби және тұрмыстық мақсаттағы құрылғылардың әсерлі ауқымын ұсынады.

### **1.3 Құрылғылардың негізгі сипаттамалары**

Оттегі концентраторларының өнімділігі мен практикалық қолданылуын анықтайтын үш негізгі параметр бар:

– Оттегі ағынының күші – индикатор минутына литрмен өлшенеді. Бұл сипаттама аппараттың шығатын жерінде алынатын оттегі қоспасының максималды мүмкін болатын ағынының мәнін көрсетеді, оның құрамында 85-90% кем емес оттегі болған жағдайда.

– Ағындағы оттегі концентрациясы – сәйкесінше құрылғының шығысындағы газ қоспасындағы оттегінің деңгейін көрсетеді;

– Сорбенттің қызмет ету мерзімі – оттегі концентраторларының қазіргі үлгілерінде сорбент ретінде түйіршікті немесе ұнтақ цеолит қолданылады. Құрылғы кейде ғана қолданылса, сорбент бір-біріне жабысып, қасиеттерін жоғалтады. Оны бұрынғы қалпына қайтару мүмкін емес. Бірақ ауаны жасанды байыту құрылғыларының тұрақты және дұрыс жұмыс істеуімен сорбенттің жұмыс істеу мерзімі 40-50 мың сағатқа жетуі мүмкін.

Оттегі концентраторларын таңдағанда, модельге және өндірушіге байланысты айтарлықтай өзгеруі мүмкін құрылғының функционалдығы бірдей маңызды:

– Кәсіби пайдалануға арналған жоғары өнімді медициналық жабдық - бұл типтегі құрылғылар үйде қолдануға жарамсыз, өйткені олар айтарлықтай

күрделі бақылаумен және әсерлі өлшемдерімен ерекшеленеді (Ultrox шағын станциясы, Reliant, Centrox-MZ-30)

– Ауруханада немесе үйде ұзақ мерзімді оттегімен емдеуге арналған жабдық - мұндай құрылғылар минутына 5 литрден астам оттегін жеткізуге қабілетті (Armed 7F-8L, AirSep, Bitmos OXY-6000)

– Қарапайым жұмысы және салыстырмалы түрде төмен өнімділігі бар үйде пайдалануға арналған ықшам үлгілер (Қарулы 8F-1/3, Қарулы 8F-5, Santa HG3-W)

– Жедел медициналық көмек көрсетуге немесе пациенттерді әртүрлі қашықтыққа тасымалдауға арналған портативті құрылғылар (FreeStyle, AirSep Focus, Ventum LoveGo LG102).

Физиотерапия кабинеттерінде, балабақшаларда, мектептерде және оңалту орталықтарында қолданылатын оттегі коктейльдерін дайындауға арналған концентраторлар ерекшеленеді.

Үйде немесе кәсіби пайдалануға арналған құрылғыларды жасамас бұрын, сонымен қатар келесі тармақтарды ескеру ұсынылады:

– Концентратор таңдалатын міндеттер – медициналық көмек, оттегімен емдеу, ингаляция, оттегі коктейльдерін дайындау.

– Жабдықтың өлшемдері және оның кеңістікте қозғалу әдістері – тұтқалардың, көлік дөңгелектерінің және вагонетканың болуы;

– Шу деңгейі - әдетте, құрылғының өнімділігі неғұрлым жоғары болса, жұмыс кезінде ол шығаратын шу деңгейі соғұрлым жоғары болады;

– Басқару әдісі - кәдімгі қосқыштар, сенсорлық панель, қашықтан басқару құралы және т.б. Оттегі концентраторын таңдау кезінде оның бағасы бірдей маңызды. Қазіргі уақытта нарықта үйде немесе кеңседе тәуелсіз пайдалануға арналған қарапайым бюджеттік құрылғылардың ғана емес, сонымен қатар қымбат, өнімді құрылғылардың үлкен таңдауы бар, олардың жұмысын тек ауруханаларда, кәсіби дәрігерлердің бақылауымен жүзеге асыруға болады. .

#### **1.4 Медицинадағы оттегі**

Оң әсер алу үшін медициналық оттегін пайдалану маңызды. Оның құрамында қоспалар, хош иістендіргіштер және қосымша қоспалар жоқ, сондықтан оның болжамды әсері бар.

Медицинада тыныс алу үшін оттегінің қандай түрі қолданылатыны ГОСТ 6331-78 және 5583-78 реттеледі. Бұл ретте тыныс алу қоспаларын алудың бірнеше жолы бар: жоғары және төмен температуралы. Газдар түрлерінің ішінде ең танымалы - оттегі мен азот.

Медициналық оттегі мен техникалық оттегінің негізгі айырмашылығы мынада:

- тыныс алу қоспасында бөгде қоспалар жоқ;
- қоспаның құрамы нақты анықталған;

- құрамы тыныс алу жолдарын құрғатпайтындай етіп құрастырылған;
- иісі, түсі немесе дәмі жоқ.

Бүгінгі таңда аурухана науқастары оттегін медицинада негізінен екі жолмен алады: цилиндрлерде жеткізіледі және концентратор өндіреді.

Цилиндрлер әртүрлі сыйымдылықта болуы мүмкін - ықшам, сөмкеде бірге алып жүру оңай, көлемді, ұзақ мерзімді пайдалануға арналған.

Концентраторлар – бұл жерде медициналық оттегін өндіретін арнайы құрылғылар. Мұндай оттегі медицинада, әдетте ауруханада немесе ауыр науқастардың өмірін қамтамасыз ету үшін қолданылады. Медициналық оттегімен қамтамасыз ету әдісі нақты мақсаттарға, нақты пайдалануға, экономикалық мақсатқа және қауіпсіздік ережелеріне негізделген таңдалуы керек.

### 1.5 Баллондардағы оттегі

Медицинада оттегі баллоны бүгінгі күні ауыр науқастарға көмектесу үшін ғана емес қолданыла алады. Тыныс алу қоспалары бар ықшам, жеңіл және қолдануға оңай канистрлердің пайда болуы оттегі терапиясын үйде немесе жұмыста қолдануға мүмкіндік берді. Үйде оттегін медицинада келесі жағдайларда қолдану ұсынылады:

- обструктивті бронхитпен және астмамен;
- өкпенің қабынуымен;
- туберкулез (формасына қарамастан);
- көмейдің немесе мұрын-жұтқыншақтың шырышты қабығының ісінуімен байланысты аллергиялық реакциялармен.



Сурет 1.2 – Оттегі баллоны

Медицинада оттегі баллонының көмегімен шешілетін тағы бір мәселе – қандағы басқа газдардың ығысуы. Атап айтқанда, оттегінің бұл қабілеті улану

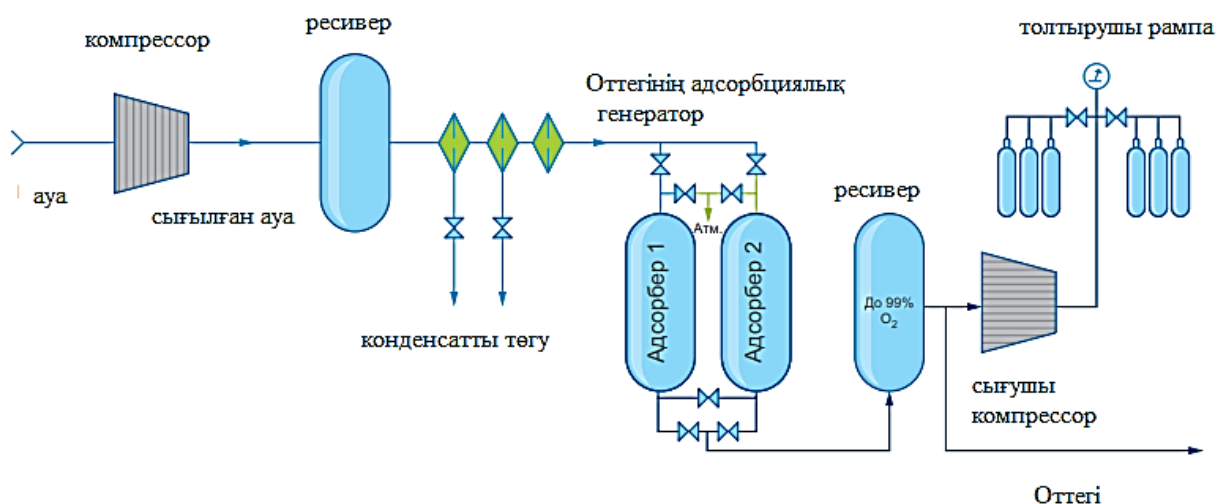


және улану кезінде қолданылады. Оттегімен тыныс алу ауада көмірқышқыл газының жоғары концентрациясы бар жабық кеңістікте ұзақ уақыт болған кезде де пайдалы болады.

## 1.6 Газды бөлу принципі

Газ тәріздес орталарды адсорбциялық бөлу процесі газ қоспасының жеке құрамдас бөліктерінің адсорбент деп аталатын қатты затпен байланысу құбылысына негізделген. Бұл құбылыс газ молекулалары мен адсорбент арасындағы әрекеттесу күштеріне байланысты.

Адсорбциялық газды бөлу жүйелерінің жұмысы газ қоспасының құрамдас бөлігінің сіңірілуі температура мен парциалды қысымға қатты тәуелді болатындығына негізделген. Осылайша, газдарды сіңіру және адсорбенттің регенерациялану процесін реттеу қысымды және/немесе температураны өзгерту арқылы жүреді.



Сурет 1.3 – Адсорбциялық газды бөлу жүйелері

Бүгінгі күні оттегін алу үшін қызбайтын қысымды бұрылысты адсорбциялаудың жақсы қалыптасқан процесі кеңінен таралған. Осы схема бойынша жұмыс істейтін генератордың жұмыс істеу принципі қысымға байланысты атмосфералық ауа құрамындағы оттегі молекулаларының (сонымен қатар кейбір қоспалы газдардың) таңдамалы сіңірілуіне негізделген. Бұл жағдайда оттегі адсорбентпен жұтылмайды және тұтынушыға жіберіледі.

Адсорбентті регенерациялау процесі адсорбентпен толтырылған арнайы конструкциядағы екі адсорбер – колонна арасында циклдік ауысу арқылы жүзеге асырылады.

## **1.7 Адсорбциялық оттегі қондырғысының жұмыс істеу принципі**

Электр қозғалтқышымен жұмыс істейтін ауа компрессоры қысымның пульсациясын азайту үшін атмосфералық ауаны қысады және оны қабылдағышқа береді. Сығылған соң ауа механикалық қоспалар мен май буларын кетіру үшін ірі және ұсақ сүзгілерге, содан кейін адсорбциялық ауаны бөлу қондырғысына беріледі.

Ауысу электромагниттік клапандарының бірі арқылы 6 - 8 бар қысымдағы ауа адсорбер 1-ге түседі. Ауа адсорбент қабаты арқылы өткенде одан азот сіңеді, нәтижесінде адсорбер шығатын жерде оттегі қалады, ол әрі қарай қабылдағышқа немесе тікелей тұтынушыға жіберіледі. Бұл ретте адсорбер 2 қысымды босатады және жинақталған азотты шығарады. Сонымен қатар 1-адсорберден оттегінің бір бөлігі одан азотты ығыстыру үшін айналма дроссель клапаны арқылы адсорбер 2-ге түседі. Мерзімді түрде жарты цикл уақытынан кейін адсорбер функциялары алмасады. 2-адсорбер азотпен қаныққан және оттегін түзеді, ал жинақталған азоттан 1-адсорбер бөлінеді. Содан кейін цикл бірнеше рет қайталанады.

Адсорбциялық ауаны бөлу қондырғысы өндіретін оттегі қабылдағышқа түседі, оның қысымы автоматтандыру арқылы белгіленген мәндер шегінде сақталады. Қабылдағыштан оттегі тұтынушыға тікелей беріледі.

Клапандар - бұл өндірушілер қымбат тұратындықтан үнемдеуді ұнататын негізгі компоненттердің бірі. Егер клапандар істен шықса, оттегі генераторы тоқтайды.

Басқару блогы және бағдарламалық қамтамасыз ету. Басқару қорабы да оттегі генераторының маңызды бөлігі болып табылады.

## **1.8 Басқару құрылғылары**

Басқару құрылғылары барлық жерде қолданылады. Дегенмен, медицина - бұл дәл өлшеу құралдарын қолдану міндетті сала. Оның үстіне заманауи экономикалық саясатын ескере отырып, бұл құрылғылар сертификатталған және тексерілген болуы керек.

Медициналық мекемелерде міндетті бақылауға жататын бірнеше параметрлер бар. Негізгілері:

- Оттегі концентрациясы (O<sub>2</sub>);
- Көмірқышқыл газының (CO<sub>2</sub>) концентрациясы;
- Салыстырмалы ылғалдылық және ауа температурасы.



Сурет 1.4 Концентрат анықтау үрдісі

#### Өлшеу көрсеткіші

Өлшеу құрылғысы өлшеу түрлендіргіштеріндегі ақпаратты – оттегі концентрациясын оқиды және оны дисплейде көрсетеді. Өлшеу түрлендіргіштерімен байланыс сандық RS-485 интерфейсі арқылы 9600 бит/с жылдамдықпен жүзеге асырылады. Конфигурацияға байланысты ол негізгі өлшем бірліктерінен түрлендіреді, яғни пайызбен % көрсетеді.

#### Өлшемдерді тіркеу

Өлшеу түрлендіргіштерінен алынған мәліметтер блоктың тұрақты жадына белгілі бір мерзіммен жазылады. Мерзімді орнату, деректерді оқу және қарау бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы жүзеге асырылады.

#### Байланыс интерфейстері

Ағымдағы өлшенген мәндерді сандық интерфейстер арқылы оқуға болады. Өлшеу блогы модификацияға байланысты интерфейстер арқылы компьютермен немесе басқа контроллерлермен жұмыс істей алады: RS-232, USB, RS-485 немесе Ethernet. Құрылғыны барлық интерфейстер арқылы бір уақытта қосуға және басқаруға рұқсат етіледі. RS-232 және RS-485 интерфейстері арқылы айырбастау бағамын пайдаланушы 1200-ден 115200 бит/с диапазонында конфигурациялайды. USB интерфейсі 2.0 стандартын қолдайды, айырбас бағамы Full-Speed стандартына сәйкес. Ethernet интерфейсі 100BASE-TX стандартын қолдайды.

#### Шығару құрылғыларының жұмысы

Өлшеу құрылғысы шығыс құрылғылары ретінде 16 реле және/немесе ток шығыстарын пайдаланады. Ток шығыстарын пайдаланушы стандартты диапазондарда жұмыс істеу үшін конфигурациялай алады: 0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА. Шығару құрылғыларының жұмысы басқару арналарының

баптауларымен анықталады. Әрбір реле шығысы немесе ток шығысы басқару арнасына жалғанған.

Оттегі датчигі өлшеу камерасының ішінде (ресиверде) орналасқан. Датчиктен сигналдың шығуы герметикалық қосқыш арқылы жүзеге асырылады. Өлшеу түрлендіргішінің корпусы дюрал қорытпасынан (әртүрлі легірлеуші элементтер қосылған алюминий қорытпасы) жасалған, онда түрлендіргіштің баспа платасы орналасқан.

Жұмыс принципі

Оттегі концентрациясын өлшеу электрохимиялық датчиктің көмегімен жүзеге асырылады, сенсордың шығыс параметрі оттегі концентрациясының өзгеруіне пропорционалды түрде өзгертін тұрақты кернеу болып табылады. Түрлендіргіш кернеуі 12 В болатын тұрақты токпен қоректенеді.

Қысым түрлендіргіштерінде атмосфералық қысымға қатысты басқарылатын ортаның қысымның төмендеуін түрлендіретін мембраналық бастапқы түрлендіргіш бар. Баспа платасындағы электронды модуль артық қысымды біртұтас ток сигналына түрлендіреді - 4 ... 20 мА, ол өлшеу блогына беріледі. Түрлендіргіш тұрақты ток кернеуі 12 В болатын өлшеуіш құрылғыдан қоректенеді. Түрлендіргішті сұрау аралығы шамамен бір секундты құрайды. Қысымды өлшеу уақытының тұрақтысы бес секундтан аспайды.

## **1.9 Оттегі (O<sub>2</sub>) мен көмірқышқыл газының (CO<sub>2</sub>) концентрациясы**

Интенсивті терапияда медициналық оттегі (O<sub>2</sub>) мен көмірқышқыл газын (CO<sub>2</sub>) пайдаланбайтын заманауи медициналық мекемелерді елестету мүмкін емес.

Оттегі ингаляциялары гипоксиямен (оттегінің жетіспеушілігі) жүретін әртүрлі аурулар үшін қолданылады. Мұндай ауруларға мыналар жатады: жүрек-қантамыр жүйесі, тыныс алу мүшелерінің аурулары (пневмония, өкпе ісінуі және т.б.), әртүрлі этиологиялы уланулар (су қышқылы, көміртегі тотығы, тұншықтырғыштар (хлор, фосген және т.б.)), сондай-ақ тотығу қабілеті бұзылған аурулар. ағзадағы процестер және тыныс алу қызметі.

Оттегі мен көмірқышқыл газын пайдалану:

- оттегі ауамен араласқан 40-60% концентрацияда немесе 95% оттегі мен 5% көмірқышқыл газының қоспасында ингаляция үшін қолданылады;
- анестезиологияда оттегі ингаляциялық есірткілік анальгетиктермен қоспада қолданылады;
- операциядан кейінгі кезеңде тыныс алу әлсіреген кезде таза оттегі және оның көмірқышқыл газымен қоспасы қолданылады;
- оттегі интоксикация үшін қолданылады.

Оттегімен ингаляцияны цилиндрге арнайы адаптерлер арқылы жалғанған маскалар немесе түтіктер арқылы немесе палаталарға орталықтандырылған оттегі беру арқылы жүзеге асырады. Сонымен қатар, олар цилиндрлерден оттегімен толтырылған резеңке жастықтарды пайдаланады.



Сурет 1.5 – Оттегі концентраторының қажетті көлемі

Оттегі концентраторлар құрылғысы атмосфералық ауадан оттегін молекулалық електен өткізу арқылы алады. Соңғысының рөлін азот молекулаларын ұстап тұру қабілеті бар цеолит шарлары атқарады. Шығу газ қоспасы, 95% оттегіден тұрады. Ол ингаляцияға арналған диффузорға түседі.

Оттегі аппаратының конструкциясы қарапайым. Құрылғының негізгі элементі - оттегі генераторы. Ол цеолитпен толтырылған екі цилиндрден тұрады. Ыдыстарды өз кезегінде пайдаланады, ол: біріншісі азот молекулаларынан тазартылса, екіншісі оттегін шығарады.

Атмосфераға оттегіден бөлінген азот және басқа газдар шығарылады. Дегенмен, олардың мазмұны соншалықты аз, бұл үй ішіндегі ауа сапасына әсер етпейді. Генератордан басқа, оттегі концентраторы цилиндрлерге ауаны енгізуге арналған компрессорды, кептіргішті, ауа сүзгілерін және ылғалдандырғышты қамтиды. Құрылғы желіден немесе аккумулятор батареясынан жұмыс істейді.

Оттегі концентраторлары мақсаты мен өнімділігіне байланысты ерекшеленеді. Орындау түріне сәйкес құрылғылар стационарлық және портативті болып табылады.

Медициналық оттегі концентраторлары ауруханаларда, санаторийлерде, реанимобильдерде қолданылады. Мұндай құрылғылардың мақсаты әртүрлі: бұл жедел көмек немесе өкпе және жүрек ауруларына арналған ұзақ мерзімді оттегі терапиясы болуы мүмкін. Терапевтік бөлімдер мен операциялық бөлмелерде өнімділігі 5-тен 10 л/мин дейін болатын стационарлық аппараттар орнатылған. Жедел жәрдем көліктері тасымалданатын оттегі концентраторларымен жабдықталған.

Орташа өнімділіктегі әмбебап оттегі концентраторлары (5 л/мин дейін). Олар үйде пайдалануға, сондай-ақ ауруханаларға, санаторийлерге, сондай-ақ фитнес орталықтарына, сұлулық салондарына және т.б. Мұндай құрылғыларды профилактикалық мақсатта да, емдік мақсатта да қолдануға болады.

Үйде қолдануға арналған оттегі концентраторларының өнімділігі төмен (1–3 л/мин). Бұл эстетикалық заманауи дизайны бар ықшам, қолдануға оңай

құрылғылар. Құрылғылар оттегі коктейлын дайындауға және профилактикалық ингаляцияға жарамды (жинақта небулайзер болуы мүмкін).

### **1.10 Салыстырмалы ылғалдылық және ауа температурасы**

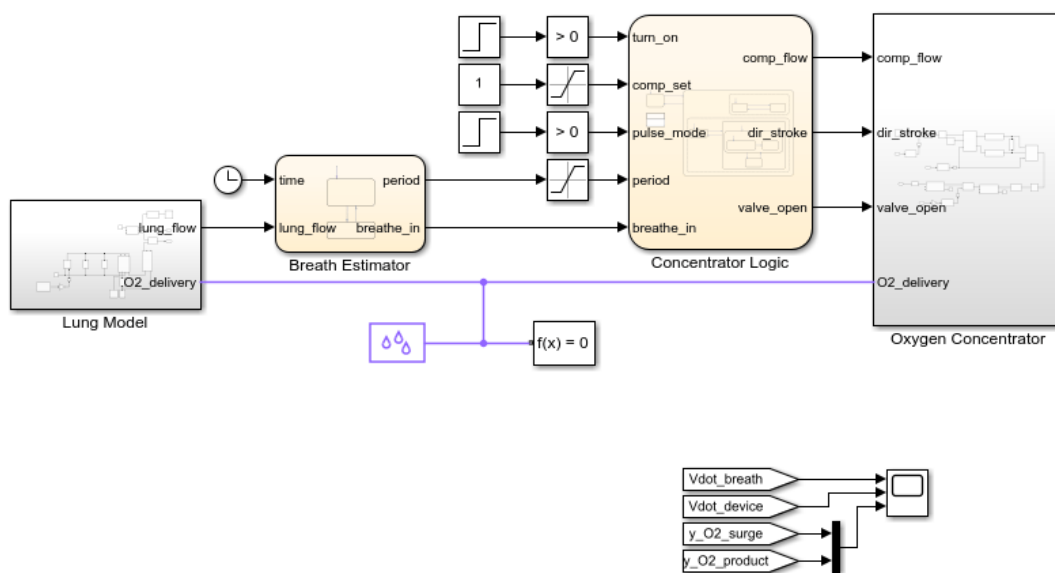
Медициналық мекемелердегі ауа сапасы пациенттердің әл-ауқатын сақтауда маңызды рөл атқарады. Бұл әсіресе ішкі және сыртқы ауа температурасының айырмашылығы үлкен болған кезеңде өте маңызды. Өйткені, суық мезгілде бөлмедегі ылғалдылық өте төмен. Бұл фактор адамдардың, әсіресе әртүрлі аурулармен ауыратындардың әл-ауқатына кері әсер етеді. Өкпе, тері аурулары және әртүрлі аллергия түрлерімен ауыратын науқастар тәуекелге ұшырайды.

Ауаның жоғары ылғалдылығы ревматизм, туберкулез, бүйрек жеткіліксіздігі және т.б. бар адамдардың денсаулығына да кері әсер етеді, өйткені жоғары ылғалдылық организмнің әртүрлі жұқпалы және суық тиюге төзімділігін төмендетеді және патогендік микрофлораның пайда болу қаупін арттырады.

## 2 ПРАКТИКАЛЫҚ БӨЛІМ

Оттегі концентраторы қысымды азотты сүзетін молекулалық сүзгіден қоршаған ауаны қысу арқылы оттегімен байытылған ауаны қамтамасыз етеді. Алынған азот қысымды төмендету арқылы қайтадан ауаға шығарылады. Оттегі концентраторы оттегі цистерналарына тасымалданатын және техникалық қызмет көрсету аз балама болып табылады. Ауа компрессорының қозғалтқышын басқару/жеткізу тізбегі, датчик сигналын басқару тізбегі, қуатты басқару тізбегі және пайдаланушы интерфейсі сияқты оттегі концентраторының әртүрлі компоненттері максималды тиімділікке қол жеткізу үшін тығыз үйлестіруде жұмыс істеуі керек.

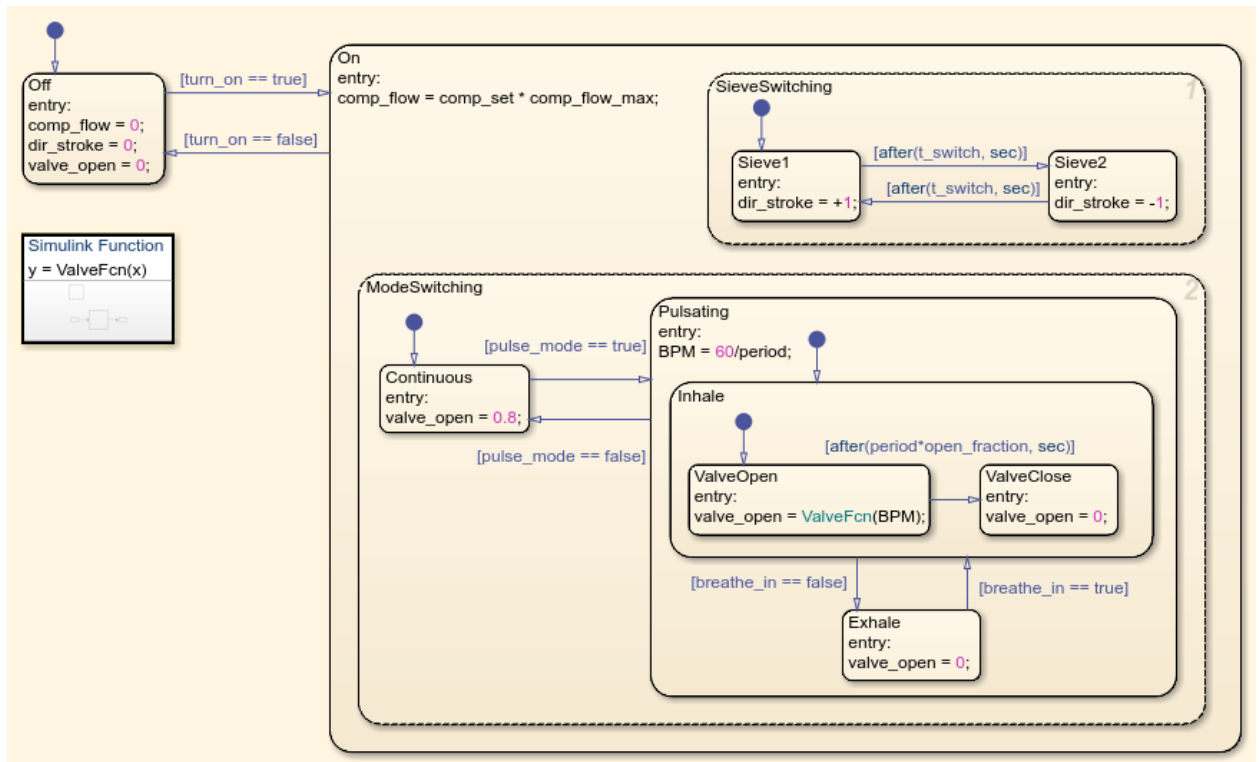
### 2.1 Matlab ортасында оттегі концентратордың моделі



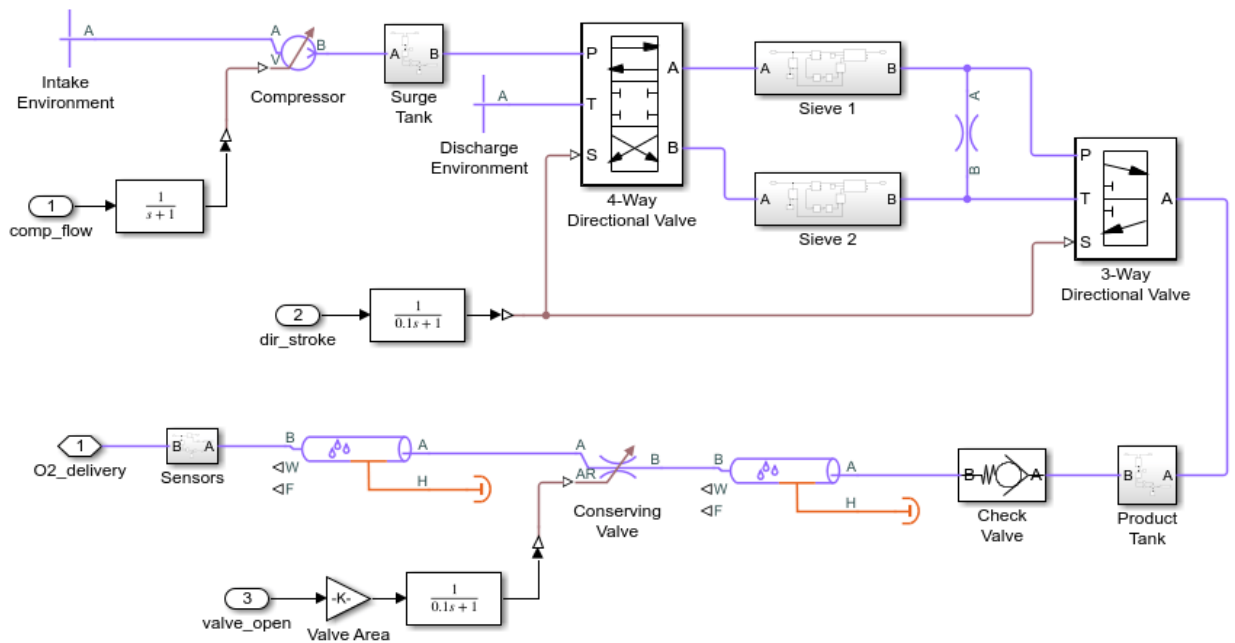
Сурет 2.1 – Matlab ортасында оттегі концентратордың моделі

Бұл мысал оттегі концентраторының құрылғысын үлгілейді. Екі сүзгінің бірі өнім ыдысында концентрлі оттегін алу үшін ауадағы азотты сүзеді. Бір сүзгі сүзіп жатқанда, екіншісі адсорбцияланған азотты тазарта алатындай екі сүзгі мезгіл-мезгіл ауыстырылады. Резервуарындағы оттегіге бай газдың бір бөлігі ағынымен араласады.

Құрылғының екі жұмыс режимі бар: үздіксіз немесе пульсирленген. Модельдеу үздіксіз режимде басталады, ол имитацияланған оттегіге бай ағынның тұрақты жеткізілуін қамтамасыз етеді.  $t = 70$  с кезінде модельдеу пульсирлеу режиміне ауысады, ол оттегі беруді синхрондайды.



Сурет 2.2 – Концентраттың логикалық ішкі жүйесі



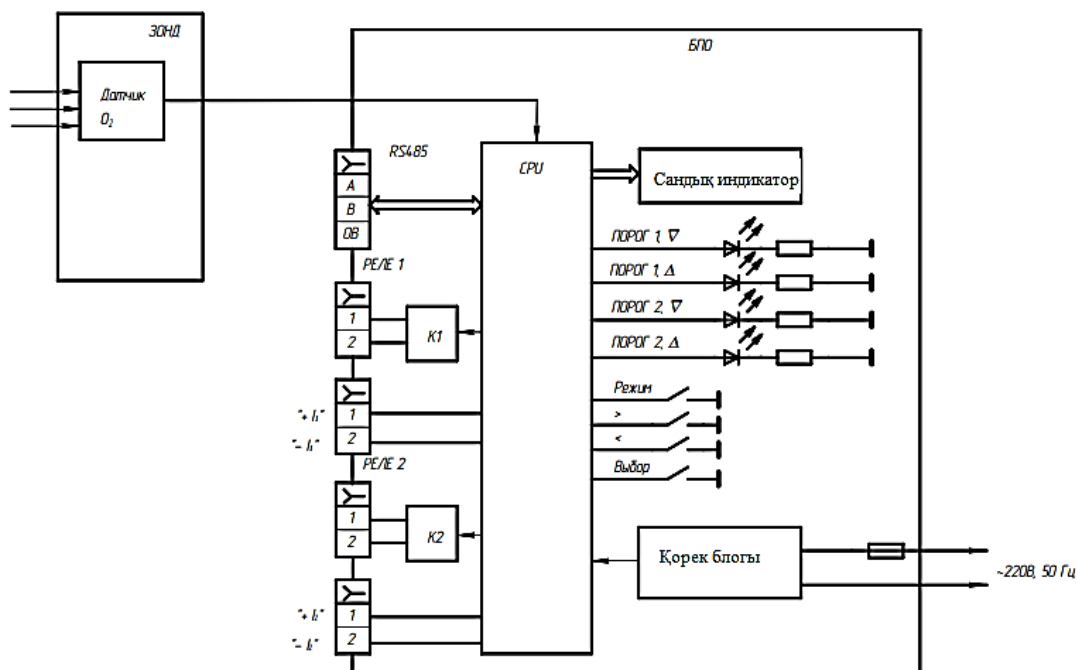
Сурет 2.3 – Оттегі концентратторының ішкі жүйесі



### 3 ОТТЕГІ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН БАСҚАРУ БЛОКТАРЫН ЖӘНЕ БАКТЕРИЯҒА ҚАРСЫ СҮЗГІ ЖҮЙЕСІ

#### 3.1 Басқарудың және бақылаудың жүйесі

Бақылау және бақылау жүйесі оттегі концентрациясын автоматты түрде басқаруға арналған.



Сурет 3.1 – Оттегі концентрациясын бақылауға арналған аспап

Олар ішкі ауаның құрамындағы және әртүрлі өндірістік процестерді жүзеге асыру кезінде оттегінің мөлшерін үздіксіз бақылауға мүмкіндік береді. Жабдық жарық және дыбыстық сигнал беру құрылғысымен жабдықталған, ал кірістірілген релесі бар модельдер желдету және ауаны баптау жүйелерін қосымша қоса алады.

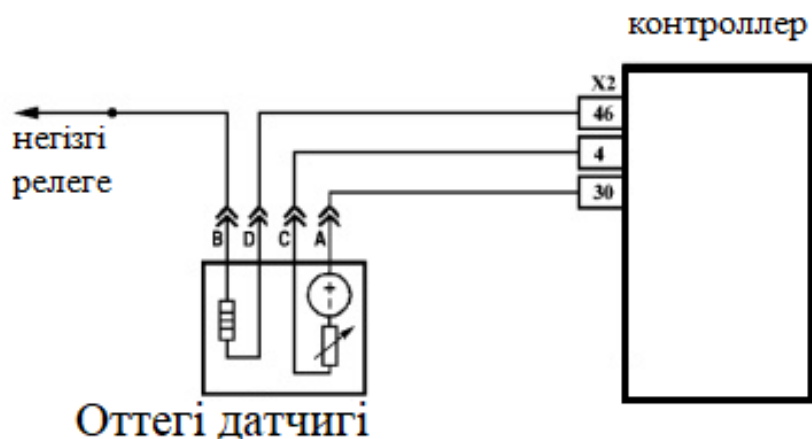
Оттегі концентрациясын бақылауға арналған газ анализаторының функционалдық бөліктері өлшем бірлігі және оған бекітілген бастапқы түрлендіргіштер болып табылады. Түрлендіргіштің сезімтал элементі оттегінің парциалды қысымын 0-ден 1 В-қа дейінгі кернеуге түрлендіретін датчик болып табылады.

Басқару және индикатор элементтері блоктың алдыңғы панелінде орналасқан. Артқы панельде: түрлендіргіштерді қосуға арналған қосқыштар; реле және/немесе ток шығыс терминалдары; интерфейс қосқыштары; қуат терминалдары бар.

3.1 суреттегі оң бөлік оттегі датчигінен келетін аналогтық сигналды цифрлық кодқа түрлендіру және талданатын газ қоспасындағы оттегінің көлемдік үлесі туралы индикаторға ақпаратты шығару үшін арналған.

Өлшеу құрылғысы AT90Mega103-6I микроконтроллеріне негізделген. Екі төрт таңбалы индикатор микроконтроллерге деректер шинасы арқылы қосылады, ол сезімтал элементтің оттегі концентрациясы мен температурасының мәндерін көрсетуге арналған. Сезімтал элементтен және термодан сигналдар күшейткіштер арқылы микроконтроллердің кірістірілген аналогты-цифрлық түрлендіргішіне беріледі. Түрлендіруден кейін микроконтроллер оттегінің құрамын. Есептеулерді орындау кезінде микроконтроллердің EEPROM-да жазылатын калибрлеу коэффициенттері қолданылады. Есептеулерден кейін нәтижелер LED индикаторларында көрсетіледі. Сонымен қатар, нәтижелер RS485 интерфейсі арқылы оның сұранысы бойынша сыртқы компьютерге және ағымдағы шығыстан жазу құрылғысына беріледі.

Катализатордың ең жоғары тиімділігіне қол жеткізу үшін пайдаланылған газдардың құрамын оңтайландыру үшін пайдаланылған газдардағы оттегінің болуы туралы кері байланыс бар жабық контурлы отынды бақылау қолданылады.



Сурет 3.2 – Оттегі датчиктің контроллерге қосылуы

Контроллер импульсінің ұзақтығын ауа массасының ағыны, салқындатқыш температурасы және т.б. сияқты параметрлерден есептейді. Импульсінің ұзақтығын есептеуді түзету үшін оттегінің басқару сенсоры шығаратын пайдаланылған газдардағы оттегінің болуы туралы ақпарат пайдаланылады.

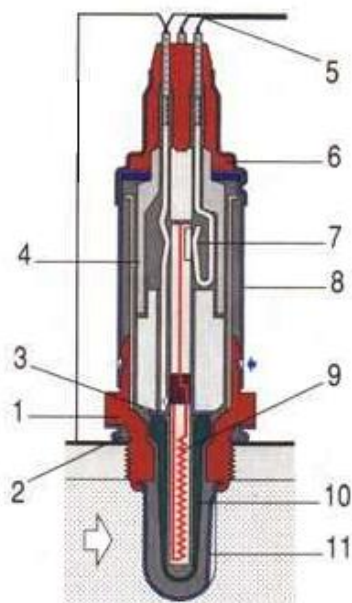
Оттегі датчигі пайдаланылған газдардағы оттегінің концентрациясын анықтауға арналған.

Оттегі датчиктерінің екі түрі бар: электрохимиялық және резистивті. Датчиктің бірінші түрі электр тогын тудыратын элемент принципі бойынша

жұмыс істейді. Екіншісі - резистор сияқты жұмыс істейді, оның кедергісін өзі орналасқан ортаның шарттарынан өзгертеді.

Қазіргі уақытта оттегінің электрохимиялық датчиктері ең көп қолданылады. Олар оттегінің әртүрлі концентрацияларында (шығарылған газдар мен қоршаған ауада) электрлік потенциалдар (кернеу) айырмашылығын жасау үшін цирконий диоксидінің қасиетін пайдаланады.

Отын беру жүйесінің қалыпты жұмысы кезінде оттегі датчигі тудыратын кернеу секундына бірнеше рет өзгеруі мүмкін.



Сурет 3.3 – Оттегі датчигі. 1 - бұрандалы металл корпус; 2 - тығыздағыш сақина; 3 - электр сигналының ток жинағышы; 4 - керамикалық оқшаулағыш; 5 - сымдар; 6 - нығыздауыш кабельдік түйіспе; 7 - қыздыру тізбегінің өткізгіш контактісі; 8 - атмосфералық ауаға арналған тесігі бар сыртқы қорғаныс экраны; 9 - жылыту; 10 - керамикалық ұшы; 11 - пайдаланылған газдар үшін тесігі бар қорғаныс экраны.

Оттегі датчигі пайдаланылған газдардағы оттегі концентрациясын анықтауға арналған. Датчик кернеу (немесе қарсылықтың өзгеруі) түрінде шығаратын ақпаратты электронды басқару блогы пайдаланады.

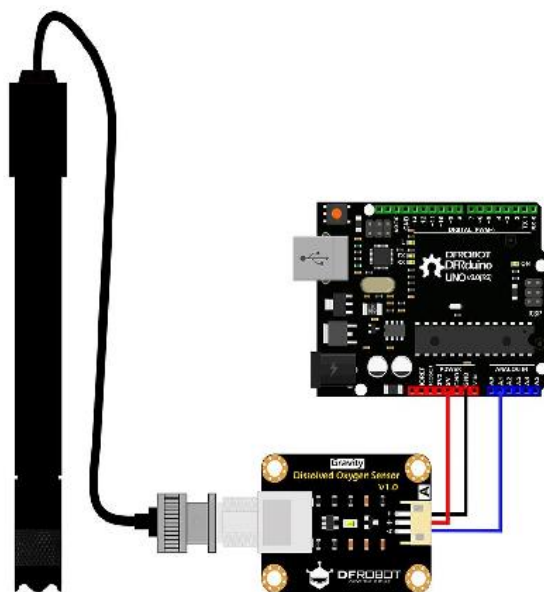
Оттегі сенсорларының екі түрі бар:

цирконий диоксиді (цирконий) негізіндегі электрохимиялық электр тогын тудыратын элемент принципі бойынша жұмыс істейді.;

титан оксидіне (титан) негізделген резистивті сенсорлар - резистор сияқты жұмыс істейді, оның кедергісін ол орналасқан ортаның жағдайларынан өзгертеді.

Датчиктің негізгі бөлігі цирконий диоксиді негізінде жасалған керамикалық ұштық болып табылады, оның ішкі және сыртқы беттерінде платина шашырау арқылы тұндырады. Шығарылатын газдардың атмосферамен

байланысатын датчиктің ішкі қуысына түсуіне жол бермеу үшін ұшы мен корпусының қосылуы толығымен тығыздалған. Керамикалық ұшы қорғаныс экранындағы тесіктер арқылы кіретін пайдаланылған газдар ағынында.



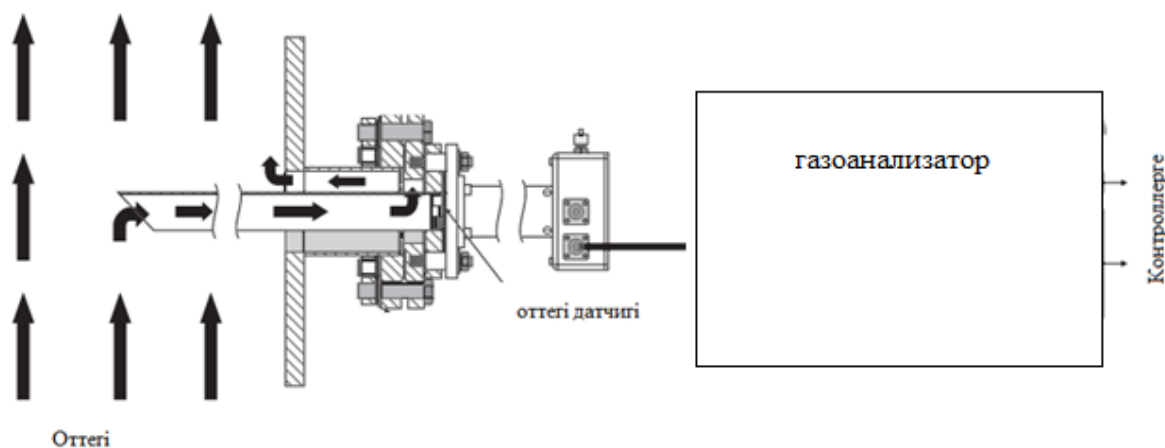
Сурет 3.4 – Arduino оттегі датчигі

I2C оттегі датчигі электрохимиялық принципке негізделген және ол ортадағы  $O_2$  концентрациясын дәл және ыңғайлы түрде өлшей алады. Кедергілерге төзімділігі жоғары, жоғары тұрақтылық және жоғары сезімталдықпен бұл arduino үйлесімді оттегі датчигі қол құрылғысы, ауа сапасын бақылау құрылғысы, медицинада және өнеркәсіп, шахталар, қоймалар және ауа оңай айналмайтын басқа жерлерде кеңінен қолдануға болады.

Бұл ықшам dfrobot оттегі датчигі I2C шығысын қолдайды, оны ауада калибрлеуге болады, қоршаған ортадағы оттегі концентрациясын дәл өлшей алады. Ол Arduino Uno, esp32, Raspberry Pi және т.б. сияқты көптеген аналық платалармен үйлесімді. Оның тиімді диапазоны 0~25% Vol, ал ажыратымдылығы 0,15% Vol. жетуі мүмкін. Ол кіріс кернеуінің кең диапазонын қолдайды: 3,3 В-тан 5,5 В-қа дейін. Қарапайым гравитация интерфейсі және практикалық үлгі коды арқылы оттегі концентрациясының мониторын оңай және ыңғайлы жасауға болады.

### 3.2 Жұмыс принципі және пайдалану шарттары

Газ анализаторының жұмысы өлшеу құрылғысы арқылы түрлендіргіш деректерін оқу болып табылады. Өлшеу құрылғысы оттегінің парциалды қысымының және аналогтық кернеудің көрсеткіштерін алдыңғы панельдің индикаторында көрсетілетін оттегінің көлемдік үлесінің мәніне түрлендіреді.



Сурет 3.5 – Газоанализатор

Газ анализаторына көрсеткіштерді тіркеу компьютерлік бағдарламалық құралды қажет етеді. Оның көмегімен өлшеу түрлендіргішінен ақпарат блоктың жадында белгілі бір кезеңмен жазылады. Бағдарламалық қамтамасыз ету мерзімді кадрларды орнатуды, деректерді оқуды және қарауды орындайды.

Оттегі концентрациясын бақылау құрылғыларының үздіксіз жұмысы  $-20$ -дан  $+40$  °С-қа дейінгі температура диапазонында, салыстырмалы ылғалдылық (конденсациясыз және ылғалсыз) 10-нан 95% -ға дейін және атмосфералық қысым 84-тен 106,7 кПа-ға дейін жүзеге асырылады.

### 3.3 Оттегі концентраторының жұмыс принципі

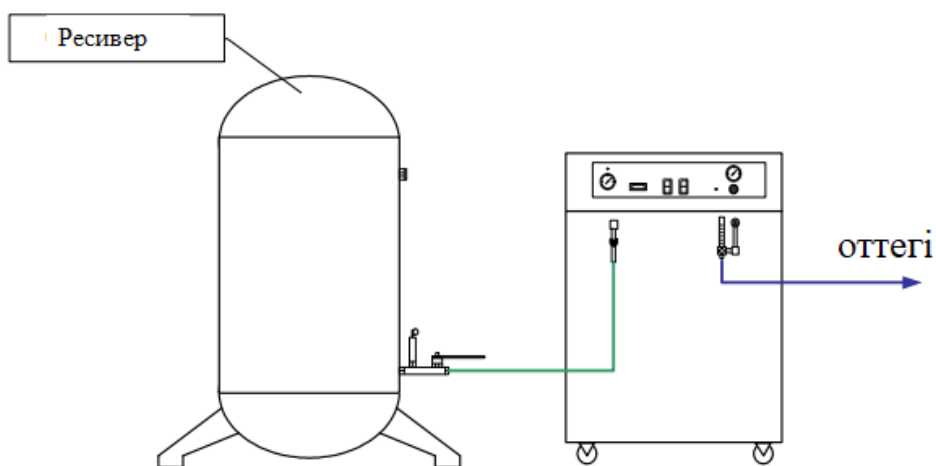
Біздің тыныс алатын ауаның құрамында 21% оттегі, 78% азот және 1% басқа газдар бар. Оттегі концентраторының мақсаты - қоршаған ауадан оттегін алу және оны пациентке жоғары концентрацияда жеткізу.

Оттегі концентраторының құрамдас бөліктері:

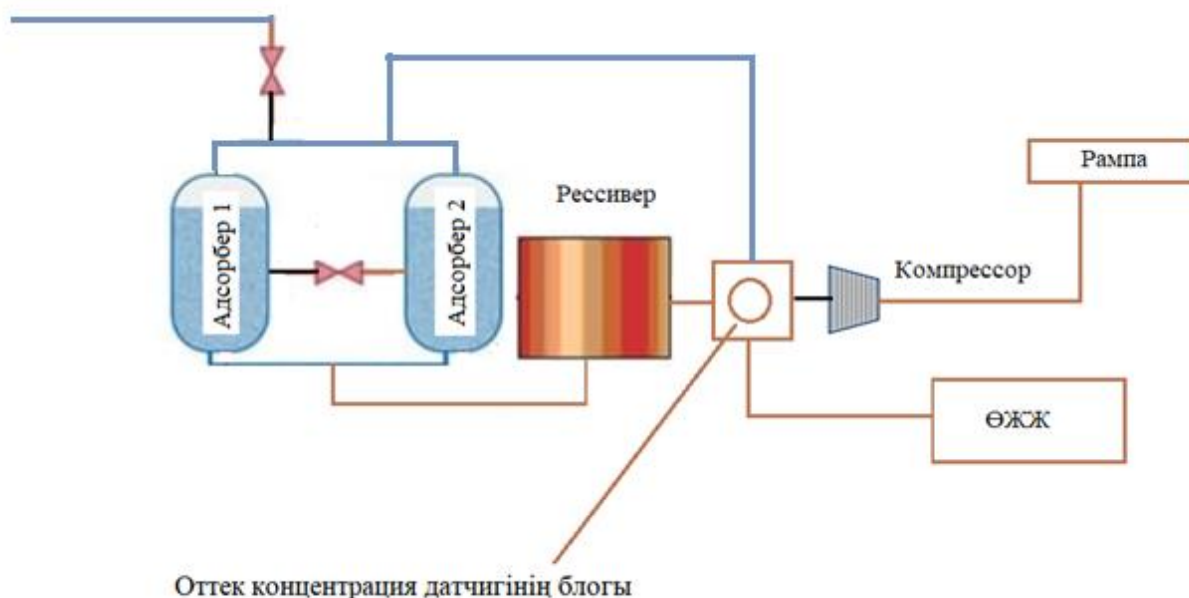
- Ауа компрессоры;
- Үш адсорбциялық колонна (молекулалық елеуіш);
- Ішкі аккумулятор, оның негізгі қызметі шығыстағы тұрақты оттегі қысымын сақтау;
- Сүзгілер, басқару жүйелері, ауа мен оттегі ағынын басқару блогы;
- Оттегі концентраторымен, қосымша резервтік оттегі қабылдағышымен (227 л.), шығын өлшегішімен және клапандар жинағы.

Концентратордың жұмысы адсорбциялық әдіске негізделген. Сығылған ауа компрессордан беру/шығару жүйесіне беріледі. Клапандар жиынтығы әрбір бағанға ауа беруді бақылайды және мөлшерлейді. Сонымен қатар, клапандар бағандарды екі бәсеңдеткішке қосады, олар арқылы таусылған ауа бағандардан

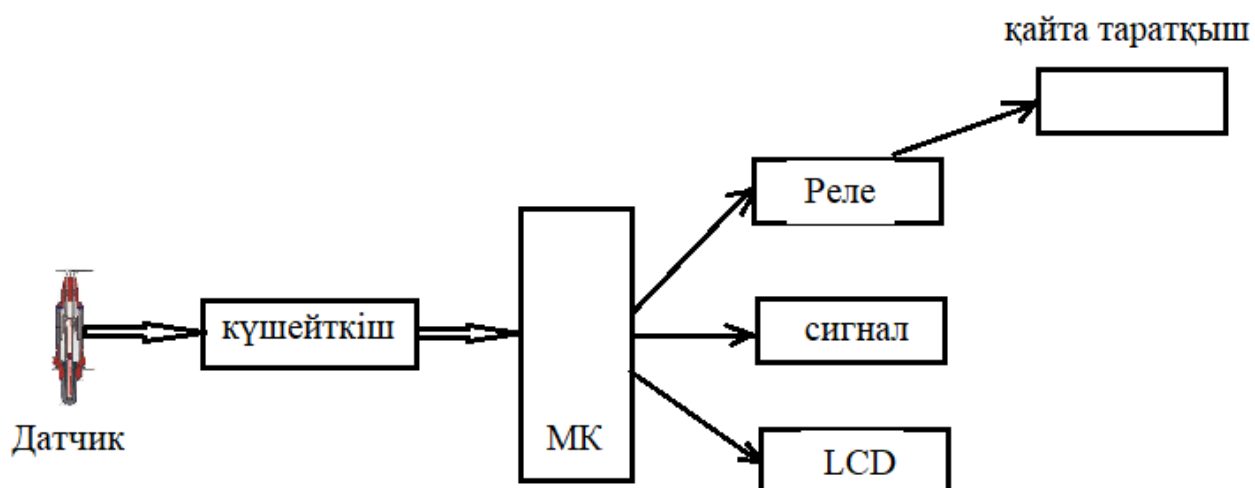
шығарылады. Колонналарда орналасқан молекулалық елеуіш азотты адсорбциялайды (ұстайды) және оттегін өткізеді. Нәтижесінде оттегі 95% дейін тазартылады (қалғаны инертті газ). Колонналардың жоғарғы жағынан дайын өнімді жеткізу жүйесіне оттегі беріледі. Бұл жүйе оттегінің бір бөлігін бір колоннадан екіншісіне беруді де бақылайды. Колоннаға қысымды босату кезінде адсорбентті тазарту (қалпына келтіру) процесі жүргізіледі. Содан кейін оттегі құрылғы күту режимінде болғанда жабылатын өнім клапаны арқылы өтеді. Және ол ішкі қоймаға түседі. Оттегінің аз бөлігі тұрақты түрде реттегіш арқылы оттегі концентрациясын бақылайтын анализатор тақтасына ағады.



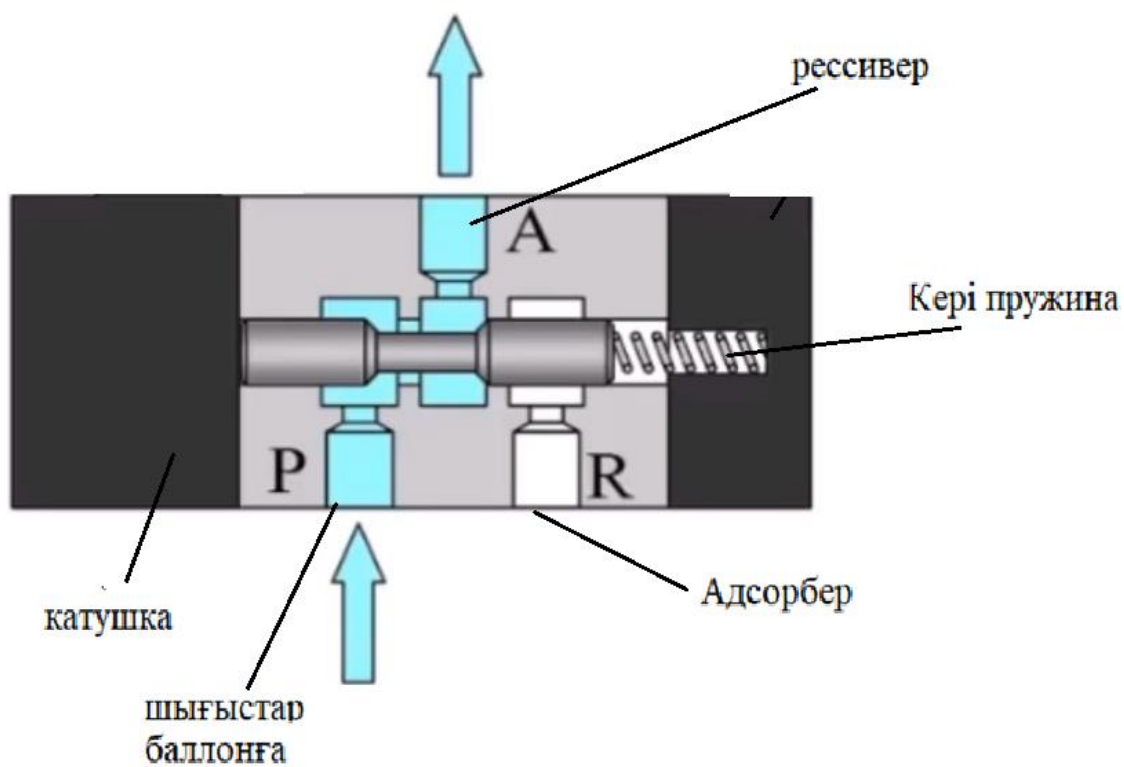
Сурет 3.6 – Оттегі концентраторының қосылу схемасы



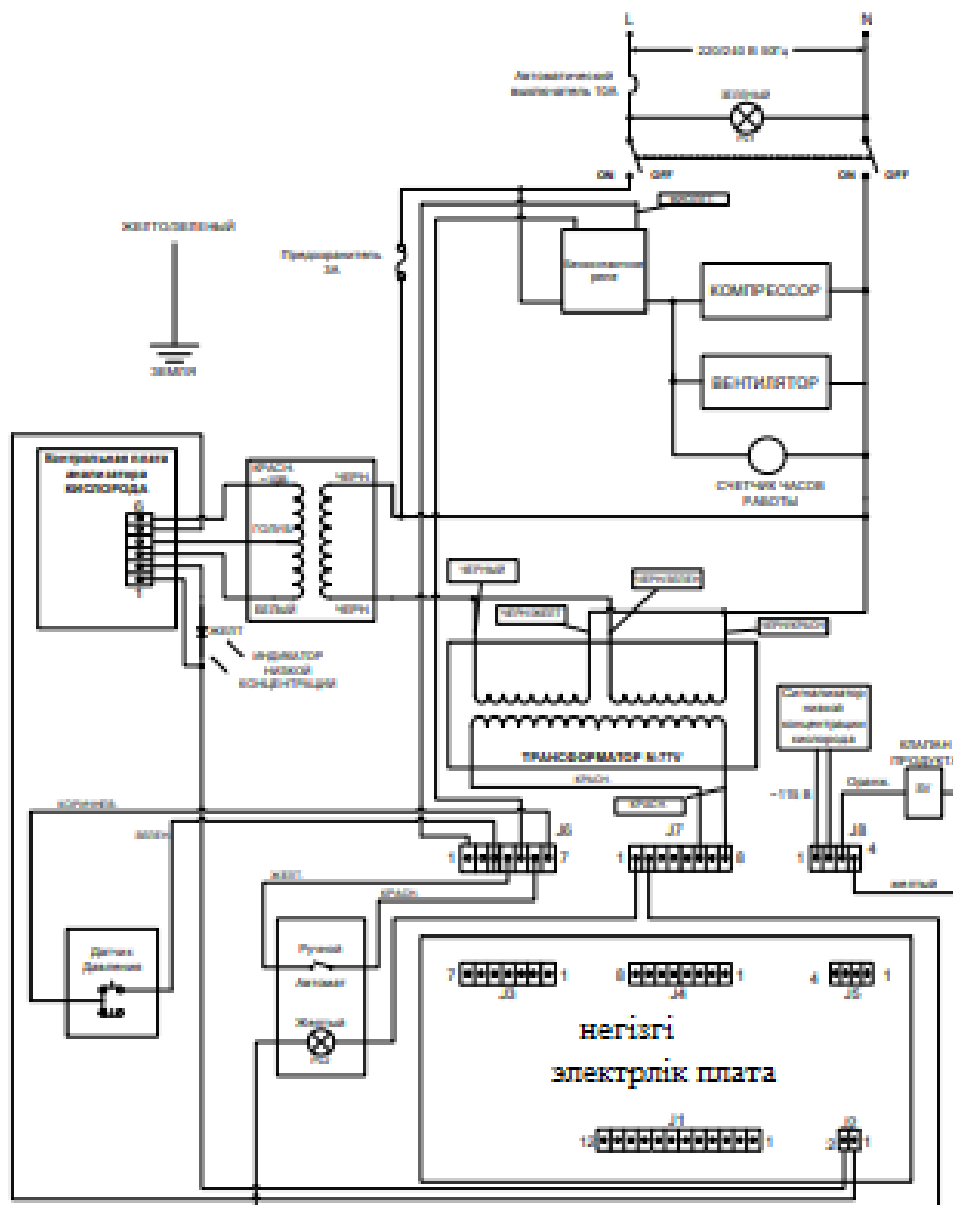
Сурет 3.7 – Адсорбациялық газды бөлу жүйесі



Сурет 3.8 – Оттек концентрация датчигінің блогы



Сурет 3.9 – Реле/қайта таратқыш блогының ішкі құрылымы



Сурет 3.10 – Концентраторды электрлік қосу схемасы

### 3.4 Оттегі станциясының бактерияға қарсы сүзгі жүйесі

Газды сүзгілеуге арналған инвестиция мен медиа шығыны жалпы көлемнің төрттен бірінен аз деп есептелетін сұйық сүзгілеуге қарағанда салыстырмалы түрде аз болғанымен, олар сүзу бизнесінің маңызды құрамдас бөлігі болып қала береді және кейбір қолданбалардың қаншалықты маңызды екенін анық.

Сүзгілеудің барлық түрлері сияқты, ауа мен газды сүзудің барлық дерлік қолданбаларында сүзу кезінде жойылатын бөлшектердің жұқалығына және төзімді болатын қатты заттардың мөлшеріне талаптар артып келеді.



Сүзгілеу - бұл жақсартуларға ең алдымен жауап беретін процесс. Ағымдағы Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының (ДДСҰ) ауа сапасы бойынша ұсыныстары 1 мыналарға бағытталған:

- қатты бөлшектер;
- озон;
- азот диоксиді;
- Күкірт диоксиді.

Фильтрация ауадағы бөлшектердің мөлшеріне (және бөлшектер мөлшерінің шегіне) анық әсер етеді. Ол басқа параметрлерге тікелей немесе жанама әсер етуі мүмкін.

Кез келген оттегі станциясында таза оттегін алу үшін сүзгілер жүйесі орнатылған. Оттегі станциясында қолданылатын сүзгілердің түрлері: иіс, көмір, шаң, май, иіс, негізгі, бактерияға қарсы. Сүзгілер сығылған ауа жүйесінен қатты заттарды, суды және майларды, көмірсутектерді, иістерді және буларды кетіру үшін қолданылады.



Сурет 3.11 – Сүзгінің орналасуы

#### Негізгі сүзгі

Сүзгі 2-3 микрон эмульсияларды және қатты бөлшектерді ұстайды. Ол ауа компрессоры мен ауа кептіргішінің арасында және сорғыштан кейін орналасқан. DIN ISO8537-1 стандартына сәйкес 3-класты қамтамасыз етеді.

#### Көмір сүзгісі

Белсендірілген көмір негізіндегі сүзгі майдың булары мен иістерін жояды. Сүзгі шығысындағы максималды қалдық май мөлшері 0,003 мг/м<sup>3</sup> аспайды. Фармацевтика өнеркәсібінде, стоматологияда, тамақ өнеркәсібінде. Бұл сыныптың сүзгісі техникада іс жүзінде қолданылмайды.

#### Май ұстағыш сүзгісі

Май ұстағыш сүзгісі 0,01 мкм-ден асатын май мен микробөлшектердің қалдықтарын ұстайды. Сүзгі шығысындағы максималды қалдық май 0,01 мг/м<sup>3</sup>

құрайды. Бұл кластағы сүзгіні орнату қатты бөлшектерде 1-класты тазалықты және май құрамы бойынша 1-класты тазалықты қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

**Бактерияға қарсы сүзгі**

Медицинада тек зарарсыздандырылған оттегін қолдану керек. Сондықтан бактерияға қарсы сүзгі тазалаудың соңғы қадамы болып табылады. Бұл сүзгі құрамындағы оттегіден бактерияларды, зеңді және басқа қоқысты ұстайды.

Ауаның жоғары сапасына қол жеткізу үшін, сондай-ақ ауыстырылатын сүзгі элементтерінің қызмет ету мерзімін ұзарту үшін бұл сүзгілерді кезекпен орнату керек.

**Құрғақ бөлшектер сүзгілері**

Құрғақ бөлшектерді сүзгілер балама дәрежедегі біріктіру сүзгісімен бірдей бөлшектерді кетіру өнімділігін қамтамасыз етеді. Механикалық сүзу әдістеріне сүйене отырып, жоғары тиімді құрғақ бөлшектерді сүзгілер 99,9999% кетіру тиімділігімен 0,01 микронға дейін бөлшектерді азайтуды қамтамасыз ете алады.

Қысым микроорганизмдердің өсуін тежеу және бақылау үшін, олар айтарлықтай төмендеуін қамтамасыз ете алады

**Стерильді сүзгілер**

Қатты бөлшектер мен микроорганизмдерді абсолютті (100%) жою електен ұстау немесе мембраналық сүзгі арқылы жүзеге асырылады. Олар жиі стерильді ауа сүзгілері деп аталады, өйткені олар стерильденген сығылған ауаны қамтамасыз етеді. Сүзгі корпустары екеуін де орнында бұмен зарарсыздандыруға мүмкіндік беретін тот баспайтын болаттан жасалған сүзгі корпусы мен элементі. Стерильді сүзгі мен қолданба арасындағы құбырлар да жүйелі түрде тазаланып, зарарсыздандырылуы керек екенін ескеру маңызды.

### **3.5 Медициналық вакуумға арналған бактерияға қарсы сүзгі**

Ауа сүзгілерін үш санатқа бөлуге болады:

1. 5–10 мкм ауадағы шаң бөлшектерінің көпшілігін ұстауға арналған бастапқы сүзгілердің сыйымдылығы жоғары; олар әдетте салыстырмалы түрде жоғары ауа ағынында жұмыс істей алатын құрғақ панель, қап немесе орам сүзгілері.

2. Диаметрі 5 мкм немесе одан кішірек бөлшектер сияқты бастапқы сүзгіден өткен кішірек бөлшектерді түсіру және ұстау үшін жұқа баспа құралдары бар екінші кезең сүзгілері; бұл сүзгілер модульдік немесе панельді, қалталы немесе қапшықты болуы мүмкін, сүзу тереңдігі жоғарылайды; максималды ауа жылдамдығы әдетте төмен, 0,12 м/с немесе одан аз.

3. Өте жоғары тиімділікті (99,95% немесе одан да жақсы) қамтамасыз ететін ультра жұқа немесе соңғы сатыдағы сүзгілер, тіпті микрон асты бөлшектермен де; Мұндағы негізгі түрлер - микрометрден төмен диаметрлі синтетикалық иірілген талшықтардан жасалған және тығыз бүктелген қапшыққа пішінделген жоғары тығыздықты тасымалдағышты пайдаланатын жоғары

тиімділіктегі бөлшектердің ауасы (HEPA) және өте төмен енетін ауа (ULPA) сүзгілері; бұл жағдайда ауаның жылдамдығы шамамен 0,03 м/с шектеледі.

Сүзгі алюминий ыдысынан, қос тығыздағыш сүзгі картриджінен, картридждің бітелуін бақылауға арналған дифференциалды манометрден және сұйық ластаушы заттарды кетіруге арналған зарарсыздандырылатын шыны ампуладан тұрады.



Сурет 3.12 – Бактерияға қарсы сүзгі

Қолмен жұмыс істейтін төрт клапан техникалық қызмет көрсету және авариялық операцияларды басқару үшін жеткізілім көлеміне кіреді.

Бактерияға қарсы сүзгілеу - бұл микроорганизмдерді қолдану арқылы өнеркәсіптік қалдық газдардан қажет емес компоненттерді оларды аз зиянды заттарға айналдыру үшін қолданылатын әдістің атауы. Пайдаланылған газдар микроорганизмдер қозғалмайтын сүзгі материалының қабаттары немесе моншақтардың немесе ұқсас түйіршікті материалдың қабаттары арқылы итермелейді. Ластаушы заттар белсенді беткі қабатпен сіңірілгеннен кейін микроорганизмдер оларды ыдыратып, көмірқышқыл газы, су және минералды тұздар сияқты өнімдерге айналдырады. Сүзгі ағынды су үшін қолданылатын тамшылататын сүзгіге ұқсас жұмыс істейді және табиғатта кездесетін микробиологиялық деградация механизміне негізделген. Ең бастысы - дұрыс микроорганизмді табу, әдетте оны бірқатар сынақтар арқылы анықтауға болады.

Жұмыс кезінде пайдаланылған газдар жиналып, сүзгі жүйесіне беріледі. Сүзгінің өзіне кірмес бұрын газдар шаңсыздандыруды, салқындатуды немесе ылғалдандыруды қажет етуі мүмкін. Содан кейін газ сүзгі қабатының үстіне біркелкі таралатын сүзгіге үрленеді, бұрын өсірілген микроорганизмдермен егілген сүзгі материалының қабаттары арқылы өтеді. Пайдаланылатын штаммдар газ ағынынан алынатын компоненттерге байланысты өзгереді; мысалы, стирол буы үшін нокардия дақылдары, метилен хлориді үшін және

күкіртсутегі үшін тиобациллис тұқымдасы қолданылады. Ластанған газ ағыны сүзгіден өткенде, бактериялар ластаушы заттарды сіңіреді. 5000 ppm дейінгі шикізат концентрациясы тән.

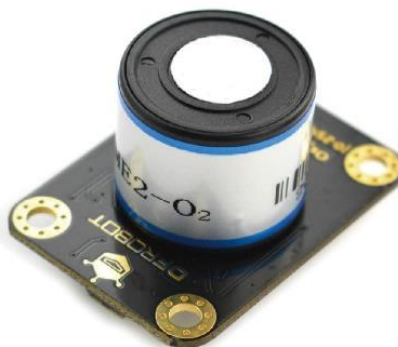
### 3.6 Arduino -да оттегі концентрациясын өлшеу жүйесін жасау

Бұл жобада DfRobot аналогтық оттегі датчигі мен Arduino көмегімен оттегінің концентрациясын өлшеу жүйесін жасаймыз. Ерітілген оттегі деп бос, қосылыссыз оттегінің мөлшерін айтады.

Оттегі концентрациясының параметрін өлшеу қиын жұмыс болғандықтан, оттегінің концентрациясын өлшеу де қиын мәселе. Сондықтан нарықта бар оттегі өлшегіш (DO Meter) датчикер өте қымбат.

DfRobot гравитациялық аналогтық оттегі датчигі нарықтағы ең танымал және ең жақсы еріген оттегі датчиктерінің бірі болып табылады. DfRobot аналогтық оттегі датчик жинағы Arduino микроконтроллерлерімен үйлесімді.

Өнім оттегінің концентрациясын өлшеу үшін қолданылады.



Сурет 3.13 – Gravity: I2C Oxygen Sensor датчигінің сыртқы түрі

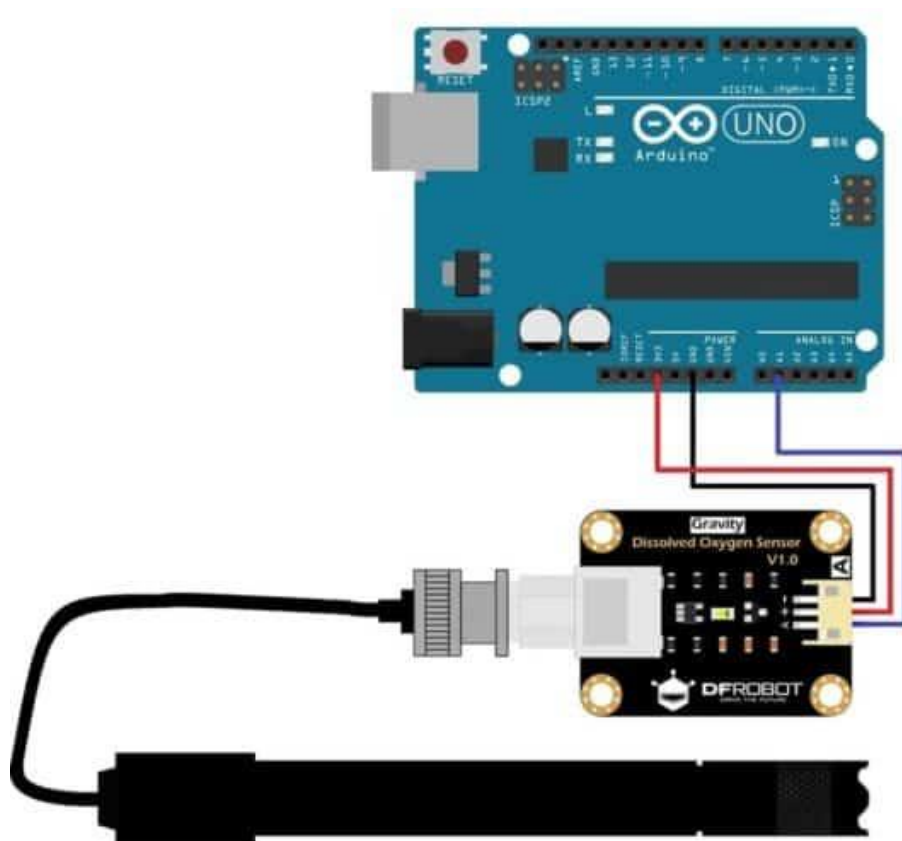
Gravity оттегі датчигі: I2C электрохимиялық принциптерге негізделген және O<sub>2</sub> концентрациясын дәл және ыңғайлы түрде өлшей алады. Кедергіге қарсы жоғары қабілеті, жоғары тұрақтылығы және жоғары сезімталдығы бар бұл Arduino үйлесімді оттегі датчигін қол құрылғылары, ауа сапасын бақылау құрылғылары сияқты салаларда, сондай-ақ өнеркәсіпте, шахталарда, қоймаларда және басқа жерлерде кеңінен қолдануға болады. Бұл ықшам dfrobot оттегі датчигі I2C шығысын қолдайды, оны ауада калибрлеуге болады, ол қоршаған ортадағы оттегі концентрациясын дәл өлшей алады. Ол Arduino Uno, esp32, Raspberry Pi және т.б. сияқты көптеген аналық платалармен үйлесімді. Оның тиімді диапазоны 0 ~ 25% көлемді құрайды, ал ажыратымдылығы 0,15% көлемге жетуі мүмкін. Ол 3,3 В-тан 5,5 В-қа дейінгі кіріс кернеуінің кең ауқымын қолдайды. Сонымен қатар, қызмет ету мерзімі 2 жылға дейін. Gravity қарапайым

интерфейсі және практикалық үлгі коды арқылы оттегі концентрациясының монитормын оңай және ыңғайлы жасауға болады.

Датчикті калибрлеудің екі әдісі бар:

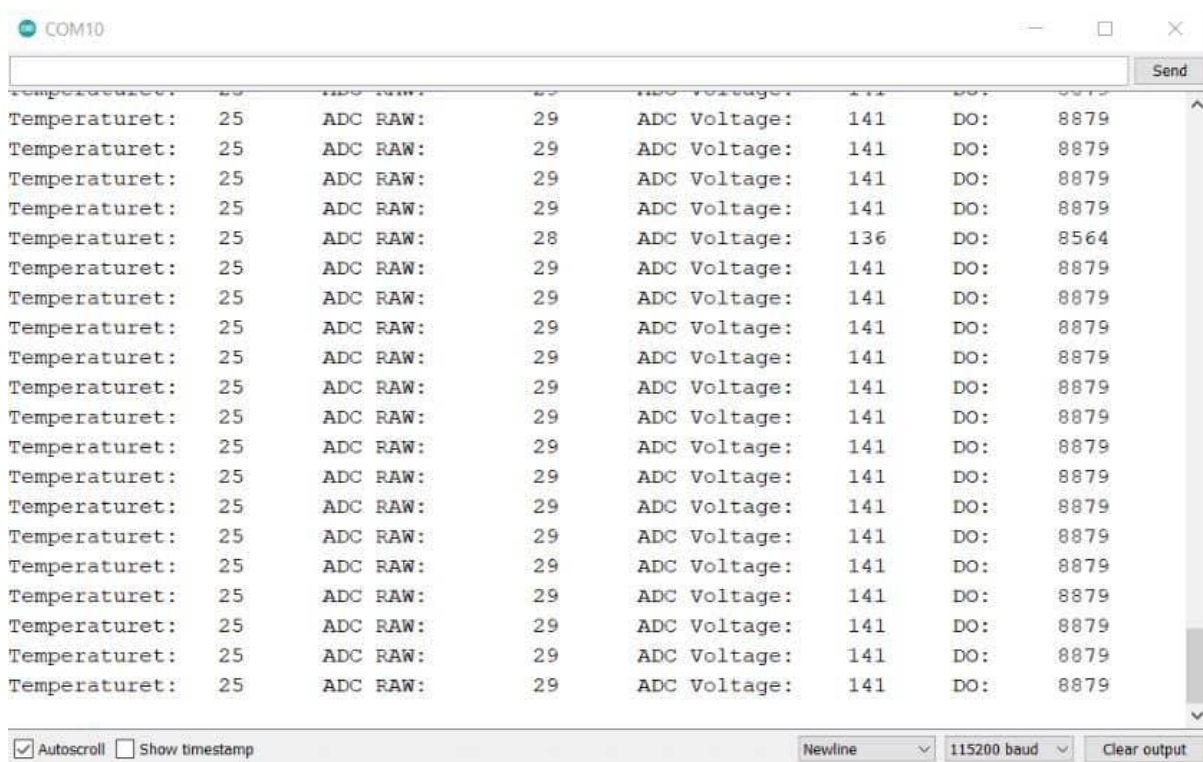
Бір нүктелік калибрлеу: тек қана қаныққан оттегіні белгіленген температурада калибрлеу, тұрақты температурада қолдануға жарамды.

Екі нүктелі калибрлеу: әртүрлі температураларда қаныққан еріген оттегіні калибрлеу, температура өзгерген кезде қолданылатын температура компенсациясын есептей алады



Сурет 3.14 – Датчикті калибрлеу үшін платаға қосу





Сурет 3.17 – Сериялық порт мониториянда датчик көрсеткіштерін көрсету

Жобаға кететін шығын көлемі  
 Arduino UNO R3 - 9800  
 Analog Gravity Dissolved Oxygen Sensor - 42000  
 SSD1306 0.96" I2C OLED Display - 3500  
 Jumper Wires - 500  
 Реле - 600  
 Қайта таратқыш  
 Жалпы шығын - 56400 тг

### 3.7 Siemens Simatic WinCC Tia портал ортасында құру

WinCC Runtime Advanced және WinCC Runtime Professional негізіндегі SIMATIC HMI операторлық панельдері мен ДК визуализация жүйелерін конфигурациялауға арналған инженерлік құралдардың біріктірілген тобы.

WinCC (TIA Portal) пайдаланушыға автоматтандырудың барлық тапсырмалары үшін біркелкі, тиімді және интуитивті интерфейсін қамтамасыз ететін Толық интеграцияланған автоматтандыру порталының (TIA порталы) жаңа орталықтандырылған инженерлік ортасының функционалдығына негізделген.

WinCC (TIA Portal) адам мен машина интерфейсін тапсырмаларының кең ауқымын шешуге мүмкіндік береді: Негізгі панельдің операторлық панельдері үшін жобаларды әзірлеуден SCADA қолданбаларына дейін қолданылады.

STEP 7 (TIA Portal) бірге WinCC (TIA Portal) барлық автоматтандыру тапсырмалары үшін тиімді инженерлік ортаны қамтамасыз етеді.

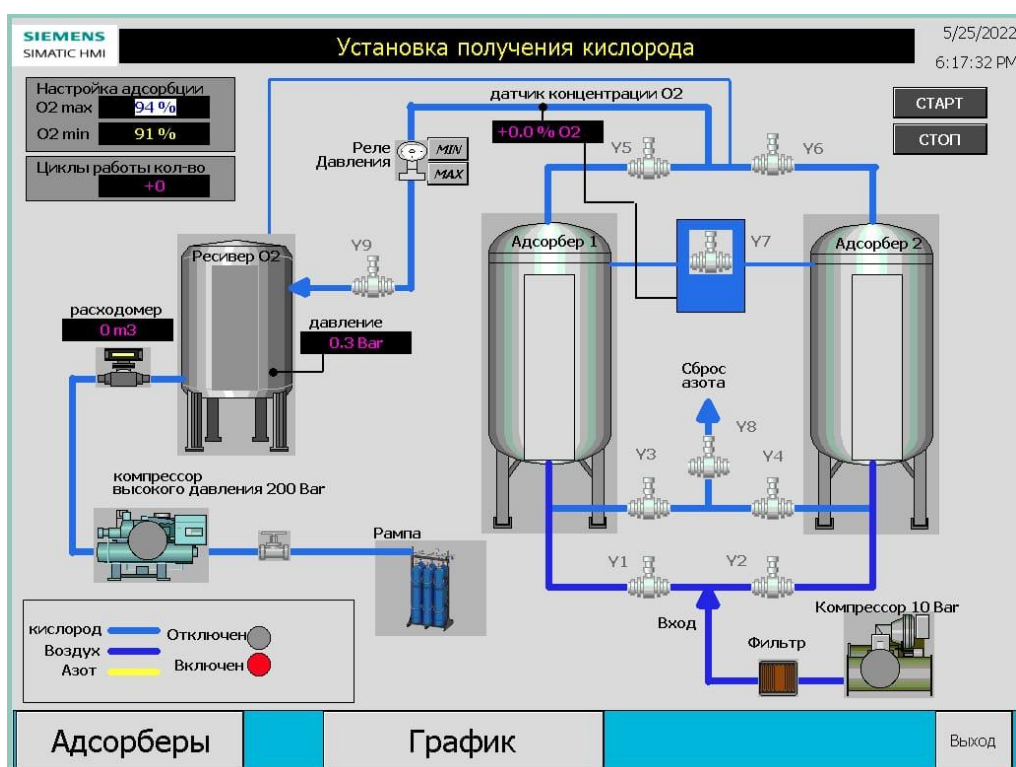
Siemens Simatic WinCC TIA порталында өнеркәсіптік жабдықты бағдарламалау арқылы SIMATIC S7-200 өнеркәсіптік контроллерін, автоматтандырылған басқару және бақылау жүйесін, зерттеуге бағдарламалық және әдістемелік қамтамасыз етуді әзірлеу мақсатталған.

Дипломдық жұмыс барысында оттегі станциясының оттегі концентрация алу процесінің негізгі жолдары зерттелді.

Жоғары деңгейлі буманың әрбір нұсқасы төменгі деңгейдегі бумалардың барлық мүмкіндіктеріне қолдау көрсетеді. Мысалы, SIMATIC WinCC Professional пакеті адам мен машина интерфейсі функцияларының барлық спектрін қолдауға қабілетті және жеке операторлық панельдерге арналған жобаларды әзірлеу үшін де, операциялық басқару және бақылау үшін бір немесе көп сайтты компьютерлік жүйелерді құру үшін де пайдаланылуы мүмкін. .

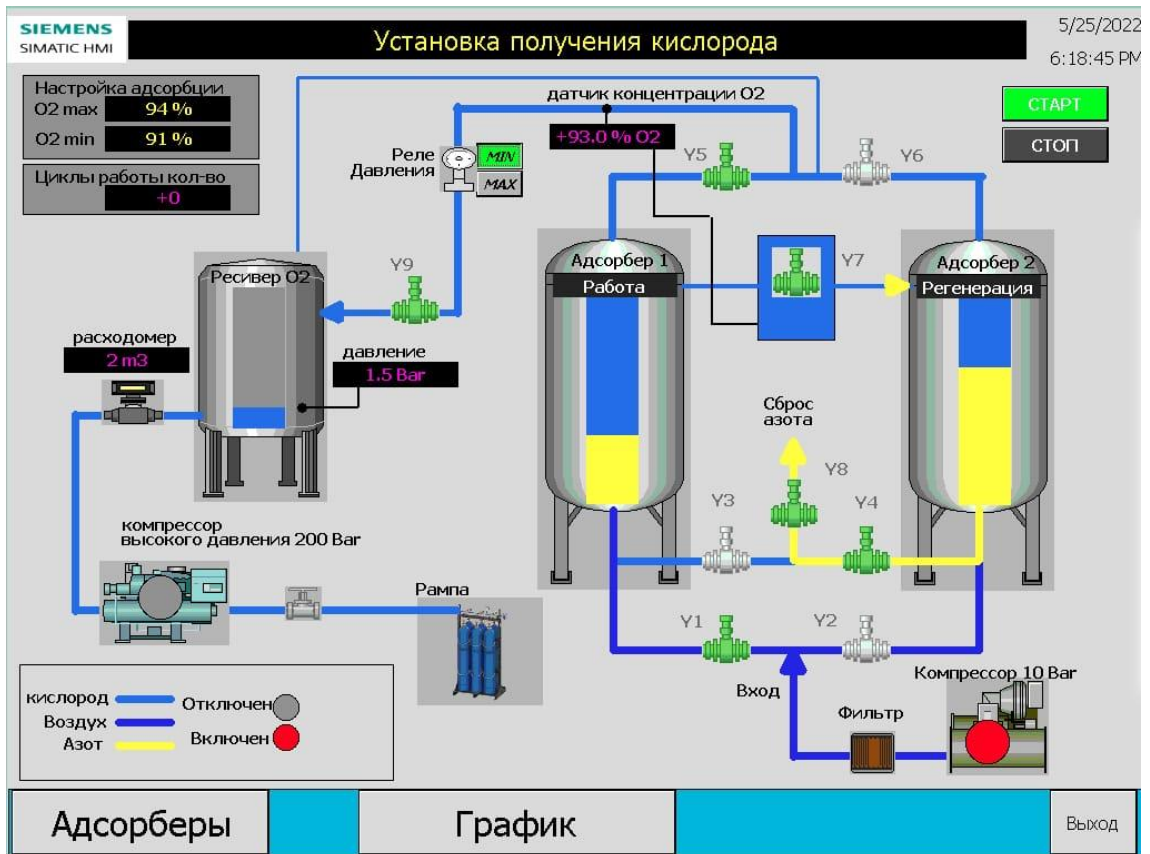
WinCC қолдайтын функциялар ауқымын төменгі басылымдардан жоғарырақ басылымдарға дейін Powerpacks көмегімен кеңейтуге болады. WinCC Basic бұл кеңейтімге рұқсат бермейді.

WinCC инженерлік құралдары сатып алынған RT лицензияларына қарамастан, WinCC Runtime Advanced немесе WinCC Runtime Professional бағдарламалық құралы бар SIMATIC HMI және ДК үшін барлық ықтимал орындалу уақыты опцияларының конфигурациясын қолдайды. Дегенмен, конфигурацияланған орындау уақыты опцияларын пайдалану үшін мақсатты жүйелерде сәйкес лицензиялары болуы керек.

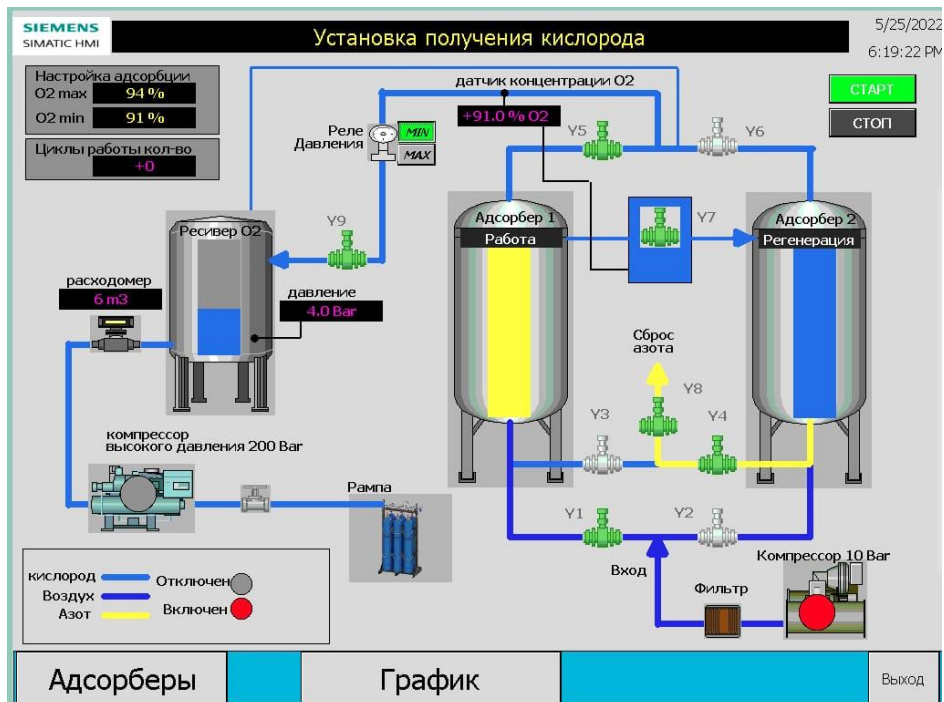


Сурет 3.19 – Оттегіні алу құрылғысы

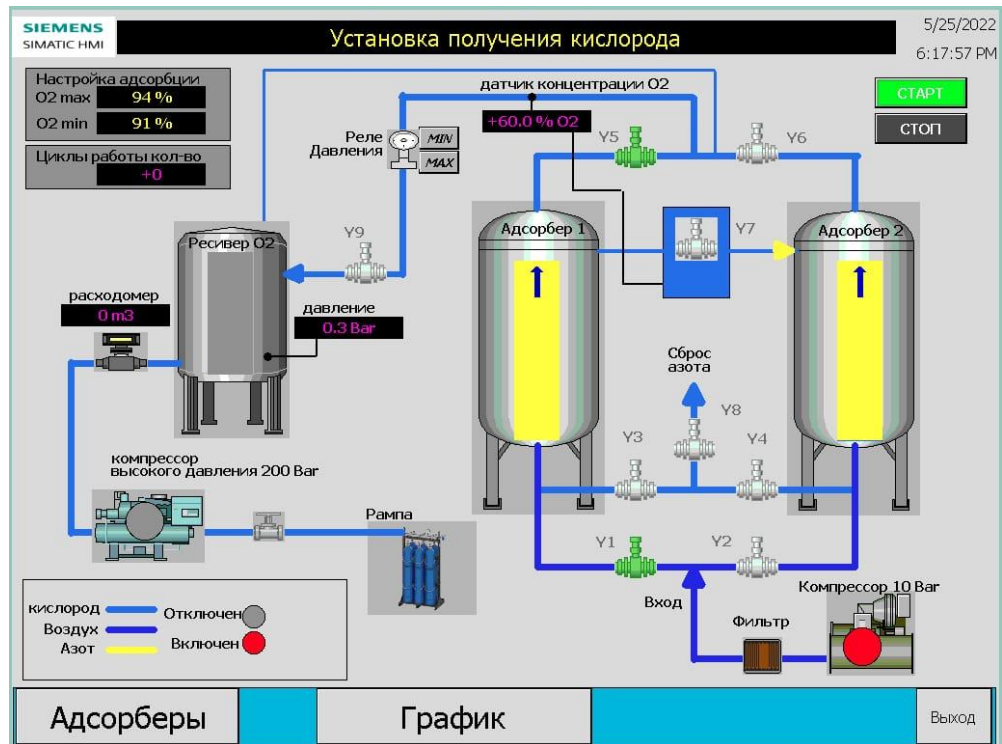




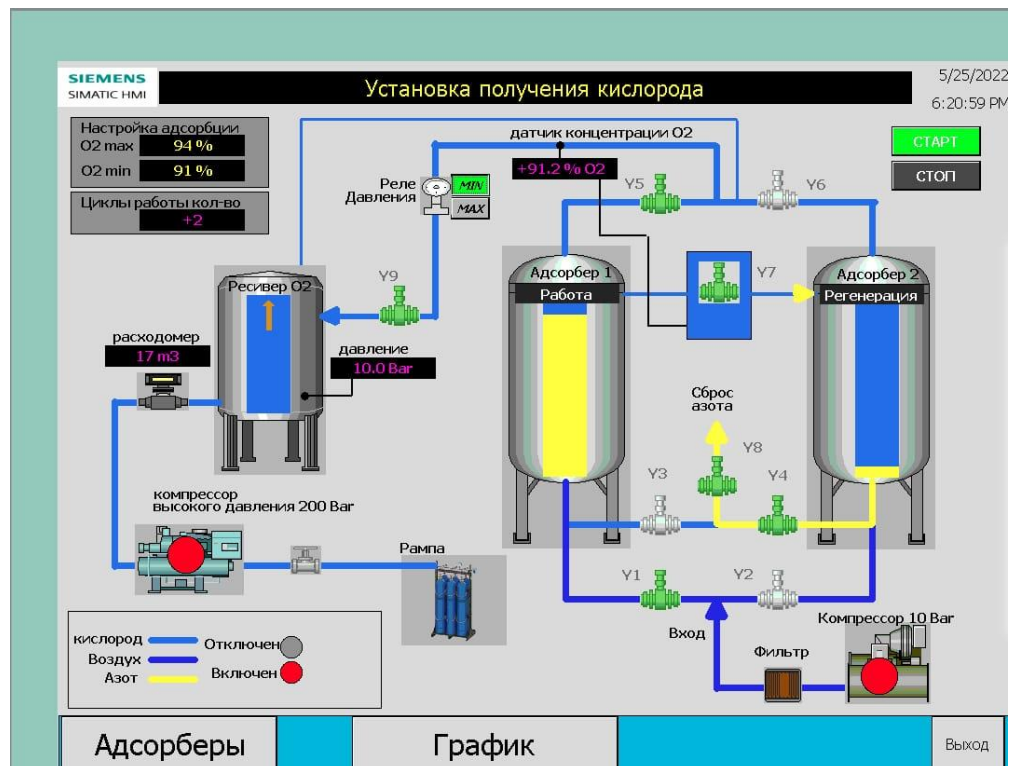
Сурет 3.20 – Оттегіні алу құрылғысының үрдісі



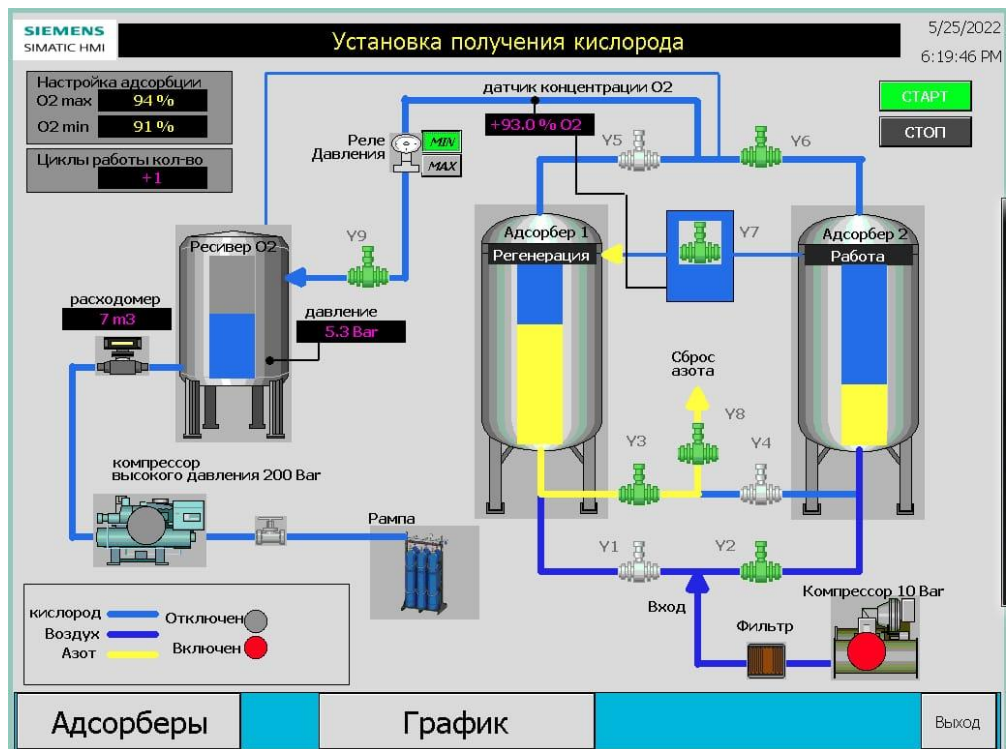
Сурет 3.21 – Оттегіні алу құрылғысының үрдісі



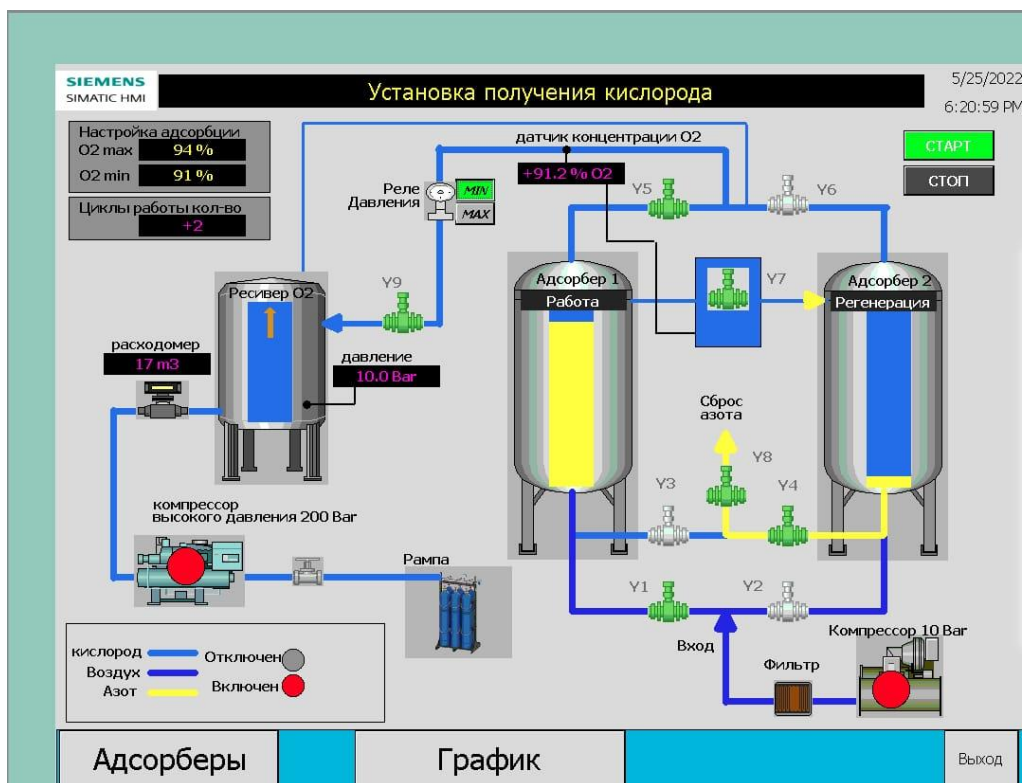
Сурет 3.22 – Оттегіні алу құрылғысының үрдісі



Сурет 3.23 – Оттегіні алу құрылғысының үрдісі



Сурет 3.24 – Оттегіні алу құрылғысының үрдісі



Сурет 3.25 – Оттегіні алу құрылғысының үрдісі

## ҚОРТЫНДЫ

Оттегін алу әдістерінің сипаттамасы, ауа газдарының бөлінуіне негізделген. Ауа газдарын бөлу арқылы оттегін алу – төмен температуралы (криогенді) айдау, қысымның ауытқуы адсорбциясы, мембраналық фильтрация және басқалары фильтрация мен адсорбцияның физика-химиялық құбылыстарына негізделген.

Алға қойылған міндет бойынша оттегінің концентрациясын анықтайтын аспап ұсынылды, ол жинақ болып табылады, ол электр сымдары арқылы қосылған екі құрамдас бөліктен тұратын құрылым: микропроцессорлық автономды электронды тақта және цирконий диоксиді сенсоры бар оттегі датчиктен тұрады.

Анализатордың жұмыс істеу принципі жоғарғы датчик температурасында цирконий диоксиді оттегі иондарының өткізгішіне айналуына негізделген, бұл цирконий диоксиді сенсорының сыртқы беттерінде орналасқан электродтар арасында оларға кернеу берілгенде ток пайда болады, оның күші үлгідегі және эталондық газдағы (ауадағы) оттегінің парциалды қысымдарына байланысты. Кернеу контурда газдағы оттегінің концентрациясына пропорционалды электр тогын тудырады. Талдағыш таңдалған режимге байланысты әртүрлі реттелетін диапазондарда талданатын үлгідегі оттегі концентрациясын өлшей алады.

Өлшенетін концентрацияның мәні 4-тен 20 мА-ға дейінгі тұрақты токтың бірыңғай шығыс аналогтық сигналына түрлендіріледі. Аспаптың контроллермен қосылу сұлбасы, жалпы оттегі концентрациясын бақылауға арналған аспаптың сұлбасы ұсынылды, олардың жұмыс принципі атап өтілді. Оттегі станциясының бактерияға қарсы сүзгі жүйесі талданды.

## ПАЙДАЛАНҒАН ӘДБИЕТТЕР

- 1 Акулов, А.К. Производство кислорода 95 и 99% из воздуха методом короткоциклового безнагревной адсорбции / А.К.Акулов. – М.: СФЕРА. НЕФТЬ И ГАЗ 4/2014 (42). – С. 38–42.
- 2 Бекман, И.Н. Мембраны в медицине / И.Н. Бекман // Курс лекций: Московский государственный университет, Факультет химии, кафедра радиохимии, М. – 2010. – С. 1–3.
- 3 ГОСТ 5583-78 «Кислород газообразный технический и медицинский. Технические условия». – М: Издательство стандартов, 1978. – 16 с.
- 4 ГОСТ 6331-78 «Кислород жидкий технический и медицинский. Технические условия». – М.: Издательство стандартов, 1978. – 13 с.
- 5 Мирошниченко, Ю.В. Стандартизация кислорода медицинского в России и за рубежом / Ю.В. Мирошниченко // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2016. – № 1 (53). – С. 203–206.
- 6 Саканян, Е.И. Подходы к унификации национальных и зарубежных требований к качеству медицинских газов / Е.И. Саканян [и др.] // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2015. – № 3 (51). – С. 162–165.
- 7 Умаров, С.З. Техничко-экономическое обоснование применения инновационных технологий и современных технических средств для обеспечения военных лечебных учреждений медицинским кислородом / С.З. Умаров [и др.] // Нац. мед. кат. – 2006. – № 1 (8). – С. 102–107.
- 8 Федеральный закон от 12 апреля 2010 г. № 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств». – М.: в ред. от 08.03.2015. – 56 с.
- 9 Sterkenburg, R. Aviation Maintenance, Technician Handbook: Federal aviation administration / R. Sterkenburg, B. Rahm // Washington – 2012. – Vol. 2., Ch. 16.6. – 536 p.
- 10 Wiley, J. Adsorbents: Fundamentals and applications / J. Wiley. // New Jersey – 2003. – P. 117–123.
- 11 Jeong-Geun Jee, P. Pressure swing adsorption processes to purify oxygen using a carbon molecular sieve / P. Jeong-Geun Jee, K. Min-Bae, L. Chang-Ha // Chemical Engineering Science. – 2005. – № (3) 60. – P. 869–882.
- 12 Repasky, J. M. ITM Oxygen technology: scale-up toward clean energy applications. Advanced Gas Separation Technology / J.M. Repasky [et al.] // International Pittsburgh Coal Conference 2012 Pittsburgh, Pa., U.S.A. – 2012. – P. 1–8.
- 13 Salil, U. Kinetic separation of oxygen and argon using molecular sieve carbon. / U. Salil, T. Ralf Yang // Adsorption. – № (1) 6. – 2000. – P. 1–2.
- 14 Кулаков М.В., Казаков А.В., Шелястин М.В. Технологические измерения и аналитические приборы в химической промышленности. М.: Машиностроение, 1964.-237 с.
- 15 Павленко В.А. Еазоанализаторы,- М.: Машиностроение, 1965,205 с,

16 Тхоржевский В.П. Автоматический анализ химического состава газов,-М.: Химия, 1969,- 243 с.

17 Алейников, А.Ф. Датчики (перспективные направления развития): учеб. пособие / под ред. проф. М.П. Цапенко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001. – 176 с.

18 <https://simatic-market.ru/catalog/Siemens-CA01/10090965/info/#10090965/info/>

19 <http://promauto.kz/soft/siemens/tia-portal/>

20 <https://www.ema.kz/product/programmnoe-obespechenie/6es7822-1aa06-0ya5-simatic-step-7-prof-v16-po-razrabotki-v-ramkakh-tia-portal/>

## ҚОСЫМША А

```
Arduino -да оттері датчигін калибрлеу коды –
#include <Arduino.h>
#define VREF 5000//VREF(mv)
#define ADC_RES 1024//ADC Resolution
uint32_t raw;
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
}
void loop()
{
  raw=analogRead(A1);
  Serial.println("raw:\t"+String(raw)+"\tVoltage(mv)" +String(raw*VREF/AD
C_RES));
  delay(1000);
}
```

Жоба бағдарламасы

```
#include <Arduino.h>
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

#define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
#define SCREEN_HEIGHT 64 // OLED display height, in pixels
#define OLED_RESET -1 // Reset pin # (or -1 if sharing Arduino reset pin)
#define PIN_RELAY 5

Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire,
OLED_RESET);

#define DO_PIN A1

#define VREF 5000 //VREF (mv)
#define ADC_RES 1024 //ADC Resolution

//Single-point calibration Mode=0
//Two-point calibration Mode=1
#define TWO_POINT_CALIBRATION 0
```

```
#define READ_TEMP (25) //Current water temperature °C, Or temperature sensor function
```

```
//Single point calibration needs to be filled CAL1_V and CAL1_T
```

```
#define CAL1_V (131) //mv
```

```
#define CAL1_T (25) //°C
```

```
//Two-point calibration needs to be filled CAL2_V and CAL2_T
```

```
//CAL1 High temperature point, CAL2 Low temperature point
```

```
#define CAL2_V (1300) //mv
```

```
#define CAL2_T (15) //°C
```

```
const uint16_t DO_Table[41] = {  
    14460, 14220, 13820, 13440, 13090, 12740, 12420, 12110, 11810, 11530,  
    11260, 11010, 10770, 10530, 10300, 10080, 9860, 9660, 9460, 9270,  
    9080, 8900, 8730, 8570, 8410, 8250, 8110, 7960, 7820, 7690,  
    7560, 7430, 7300, 7180, 7070, 6950, 6840, 6730, 6630, 6530, 6410  
};
```

```
uint8_t Temperature;
```

```
uint16_t ADC_Raw;
```

```
uint16_t ADC_Voltage;
```

```
uint16_t DO;
```

```
int16_t readDO(uint32_t voltage_mv, uint8_t temperature_c)
```

```
{  
    #if TWO_POINT_CALIBRATION == 00  
        uint16_t V_saturation = (uint32_t)CAL1_V + (uint32_t)35 * temperature_c -  
(uint32_t)CAL1_T * 35;  
        return (voltage_mv * DO_Table[temperature_c] / V_saturation);  
    #else  
        uint16_t V_saturation = (int16_t)((int8_t)temperature_c - CAL2_T) *  
((uint16_t)CAL1_V - CAL2_V) / ((uint8_t)CAL1_T - CAL2_T) + CAL2_V;  
        return (voltage_mv * DO_Table[temperature_c] / V_saturation);  
    #endif  
}
```

```
void setup()
```

```
{  
    Serial.begin(115200);  
    pinMode(PIN_RELAY, OUTPUT);  
    digitalWrite(PIN_RELAY, HIGH);  
    display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C); //initialize with the I2C  
addr 0x3C (128x64)
```



```

display.clearDisplay();
delay(10);
}

void loop()
{
  Temperaturet = (uint8_t)READ_TEMP;
  ADC_Raw = analogRead(DO_PIN);
  ADC_Voltage = uint32_t(VREF) * ADC_Raw / ADC_RES;

  Serial.print("Temperaturet:\t" + String(Temperaturet) + "\t");
  Serial.print("ADC RAW:\t" + String(ADC_Raw) + "\t");
  Serial.print("ADC Voltage:\t" + String(ADC_Voltage) + "\t");
  Serial.println("DO:\t" + String(readDO(ADC_Voltage, Temperaturet)) + "\t");

  if(readDO(ADC_Voltage, Temperaturet) <= 7000){
digitalWrite(PIN_RELAY, LOW);
delay(1000);
}
else{
digitalWrite(PIN_RELAY, HIGH);
delay(1000);
}

display.clearDisplay();
display.setCursor(10, 0); //oled display
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(WHITE);
display.print("Dissolved Oxygen");

display.setCursor(30, 20); //oled display
display.setTextSize(2);
display.setTextColor(WHITE);
display.print((readDO(ADC_Voltage, Temperaturet))/1000);
display.setTextSize(1);
display.print(" mg/L");
display.display();
delay(1000);
}

```

Ең басында 5 кітапхана кіреді - Платамен жұмыс істеу үшін, SPI интерфейсі, I2C және Adafruit (OLED дисплейі)

```

#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64

```

```

#define OLED_RESET -1
OLED дисплейінің ажыратымдылығын пиксельдерде орнату және плата
қосулы кезде дисплейді қайта жүктеу -
#define PIN_RELAY 5
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire,
OLED_RESET);
#define DO_PIN A1
#define VREF 5000 //VREF (mv)
#define ADC_RES 1024 //ADC Resolution
Олармен әрі қарай жұмыс істеу үшін uint16 және uint8 бос ұяшықтарды
жасау
Кернеуді және датчикке берілетін оттегінің мөлшерін одан әрі реттеу
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  pinMode(PIN_RELAY, OUTPUT);
  digitalWrite(PIN_RELAY, HIGH);
  display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
  display.clearDisplay();
  delay(10);
}
void setup() сериялық порт мониторын инициализациялайды
Реле істікшесін шығыс ретінде алынады
Релені өшірсе - жоғары сигнал жіберіледі
Және I2C мекенжайы 0x3C (128x64) бар дисплейді инициализациялайды.
void loop()
{
  Temperaturet = (uint8_t)READ_TEMP;
  ADC_Raw = analogRead(DO_PIN);
  ADC_Voltage = uint32_t(VREF) * ADC_Raw / ADC_RES;

  Serial.print("Temperaturet:\t" + String(Temperaturet) + "\t");
  Serial.print("ADC RAW:\t" + String(ADC_Raw) + "\t");
  Serial.print("ADC Voltage:\t" + String(ADC_Voltage) + "\t");
  Serial.println("DO:\t" + String(readDO(ADC_Voltage, Temperaturet)) + "\t");
}

```

Бұл кодтық сегментте тексеру жүргізіледі, егер оттегінің мөлшері төмендесе, онда үш сызықты және екі позициялық қайта таратқыш реле ашылады және оттегі беруді қосады. Егер индикаторлар қалыпты болса, онда стандартқа сәйкес реле таратқышқа жабық болады.

```

display.clearDisplay();
display.setCursor(10, 0); //oled display
display.setTextSize(1);

```

```
display.setTextColor(WHITE);  
display.print("Dissolved Oxygen");  
  
display.setCursor(30, 20); //oled display  
display.setTextSize(2);  
display.setTextColor(WHITE);  
display.print((readDO(ADC_Voltage, Temperature))/1000);  
display.setTextSize(1);  
display.print(" mg/L");  
display.display();  
delay(1000);  
}
```