

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

Төлетай Қасымжомарт Асхатұлы

«Белсенді ылғалдандырғышпен және ағын датчиктерімен желдеткіштің
дизайнын 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
«25» мамыр 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Белсенді ылғалдандырғышпен және ағын датчиктерімен
желдеткіштің дизайнын жасау»

5B071600 – Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындады

Рецензент

Машинистов Э.К.
(Ғылыми атағы, ирежесі)

Қолы

аты-жөні

«25» мамыр 2022 ж.

Телетай Қ.А.

Ғылыми жетекшісі

Байтурганова В.К.

«23» 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
«25» мамыр 2022 ж.

ТАПСЫРМА

дипломдық жұмысты орындауға

Білім алушыға Төлетай Қасымжоларт Асхатұлы

Тақырыбы: Белсенді ылғалдандырғышпен және ағын датчиктерімен
желдеткіштің дизайнын жасау

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «25» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: Өкпені жасанды желдету
аппараты, құрастырушы элементтердің сипаттамалары, жұмыс принциптері.

Дипломдық жұмыста әзірленуге жататын мәселелер тізімі:

- а) Тыныс алу қоспасын ылғалдандыруға және тазартуға арналған құрылғылар.
- б) Белсенді ылғалдандырғыш және ағын датчигі бар ӨЖЖ аппаратымен танысу, зерттеу.

в) Ағын датчигын тандау, Matlab ортасында модельдеу

Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

21 слайд

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 16 әдебиеттер тізімі

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Теориялық бөлім	23.01-16.02.2022ж	Орындалды
Бағдарламалық бөлім	17.02-21.03.2022ж	Орындалды
Зерттеу бөлімі	22.02-16.04.2022ж	Орындалды
Қорытынды бөлім	16.04-24.04.2022ж	Орындалды

Аяқталған дипломдық жұмысқа 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 Техника ғылымдарының магистрі.	24.05.22	

Ғылыми жетекшісі



Байтурганова В.К.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Телетай Қ.А.

Күні

«23» мамыр 2022 ж.

АҢДАТПА

ӨЖЖ - бірнеше клапандар мен датчиктері, сондай-ақ қажетті басқару алгоритмдерін жүзеге асыру үшін процессорды пайдаланатын салыстырмалы түрде күрделі жүйе.

Ағын датчиктері аппараттың ішінде орналасқан және олардың жұмысы үшін арнайы желілер қажет емес. Ауа мен оттегіге арналған жеке тыныс алу ағынының датчиктері негізгі оттегі датчигінің техникалық жағдайына қарамастан оттегі концентрациясын бақылауға мүмкіндік береді.

Белсенді ылғалдандырғыш ауаны ылғалдандыру және жылыту үшін қолданылады. Олар төменгі жағында қыздыру элементі бар камера, оған су құйылады. Ауа осы камера арқылы өтіп, жылы бумен біріктіріледі.

Жалпы осы жұмыста жасанды тыныс алу аппараты қарастырылды. Оның жұмыс қағидасы, құрастырушылары анықталынды. Тиімді ағын датчигын және белсенді ылғалдандырғышты таңдап, олардың құрылысын, жұмыс қағидасына талдау жасалынды. Matlab ортасында модельдеу жасалынды.

АННОТАЦИЯ

ИВЛ представляет собой относительно сложную систему, использующую несколько клапанов и датчиков, а также процессор для реализации необходимых алгоритмов управления.

Датчики потока находятся внутри устройства и не требуют для своей работы специальных линий. Отдельные датчики респираторного потока воздуха и кислорода позволяют контролировать концентрацию кислорода вне зависимости от технического состояния основного датчика кислорода [3].

Активный увлажнитель используется для увлажнения и нагревания воздуха. Представляют собой камеру с нагревательным элементом внизу, в которую заливается вода. Воздух проходит через эту камеру и соединяется с теплым паром.

В целом в данной работе рассматривался аппарат ИВЛ. Определен его принцип работы и составляющие. Были выбраны эффективные датчики расхода и активный увлажнитель, проанализированы их конструкция и работа. Моделирование производилось в среде Matlab.

ANNOTATION

A ventilator is a relatively complex system that uses several valves and sensors, as well as a processor to implement the necessary control algorithms.

The flow sensors are located inside the device and do not require special lines for their operation. Separate sensors for respiratory air flow and oxygen allow you to control the oxygen concentration regardless of the technical condition of the main oxygen sensor.

The main function of the flow sensor is the analysis of exhaled air. The sensor measures the amount of flow, then the device's microprocessor combines this value and calculates the volume of air released by the patient.

An active humidifier is used to humidify and heat the air. They are a chamber with a heating element at the bottom, into which water is poured. Air passes through this chamber and combines with warm vapor.

In general, the ventilator was considered in this work. Its principle of operation and components are determined. An efficient flow sensor and an active humidifier were selected, and their design and operation were analyzed. The simulation was carried out in the Matlab environment.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Негізгі бөлім	11
1.1 Өкпені жасанды желдету аппараты	11
1.2 ӨЖЖ аппаратының басқару орталығы	14
1.3 Медициналық газдардың көздері	15
1.4 Газ араластырғыш	17
1.5 Тыныс алу қоспасын ылғалдандыруға және тазартуға арналған құрылғылар	18
1.6 Тыныс алу және дем шығару клапандары	20
1.7 Ағынды және қысымды реттеу датчиктері	21
1.8 Сүзгілер мен ылғалдандырғыштар	24
1.9 Сыртқы ағын датчигін қосу	26
2 Белсенді ылғалдандырғыш және ағын датчигі бар ӨЖЖ аппаратын жобалау	28
2.1 Аппараттың пневматикалық жүйесінің құрылымы	28
2.2 Ағын датчиктеріне қойылатын талаптар	29
2.3 Ағын датчигын таңдаудағы анализ	33
2.4 Matlab ортасында модельдеу	34
Қорытынды	38
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	39

КІРІСПЕ

Соңғы он жылда тыныс алу физиологиясы туралы жаңа идеяларға сүйене отырып, өкпенің жасанды вентиляциясына (ӨЖЖ) көзқарастар өзгерді. Бұл тыныс алу жетіспеушілігін емдеудегі мүмкіндіктерімізді кеңейтуге мүмкіндік берді. Дегенмен, ӨЖЖ қарқынды терапияның ең қиын бағыттарының бірі болып қала береді.

Тыныс алу функциясы тіндерді оның өмірінің нақты жағдайында организмнің қажеттіліктеріне сәйкес келетін оттегімен қамтамасыз етуден және олардағы энергия процестерінің өнімін - көмірқышқыл газын шығарудан тұрады. Бұл мақсатқа әдетте өкпе вентиляциясының, өкпе ішілік газ алмасуының, газдарды қанмен тасымалдаудың және қан мен тіндер арасындағы газ алмасудың үйлестірілген әрекеті арқылы қол жеткізіледі. Өкпені жасанды желдеткіш аппараты табиғи тыныс алудың бұзылған бірінші фазасын ауыстыруға немесе жақсартуға арналған, сондықтан техникалық құрылғы мен пациенттің өзара әрекеттесуіне негізделген [1].

Жұмыстың өзектілігі. Арнайы техникалық құралдардың көмегімен жүзеге асырылатын өкпенің жасанды желдету аппараты ауыр жұқпалы аурулардан, ауыр патологиялардан туындайтын қауіпті толық немесе ішінара тыныс алу жетіспеушілігін емдеудің ең тиімді, кейде жалғыз әдісі болып табылады. Жаңа туылған нәрестелердің асфиксиясын емдеу, кеуде қуысының мүшелеріне хирургиялық араласу және басқа да ауыр операциялар үшін механикалық желдету бірдей қажет.

Күрделі тыныс алу схемалары қолданылатын датчиктердің, ылғалдандырғыштардың, сүзгілердің және адаптерлердің әртүрлі түрлеріне байланысты құрамының кең ауқымды өзгермелілігіне ие. Бұл жиі ағып кетулер мен кемшіліктерге әкеледі, сондықтан тыныс алу жиілігі кейде науқасқа нақты жеткен ағын жылдамдығынан айтарлықтай ерекшеленеді. Ауа ағынын өлшеуге ауа температурасының, ылғалдылықтың және тыныс алу газының құрамының тұрақты өзгеруі, сондай-ақ түтіктердің және экспираторлық/проксимальды зондтардың қақырықпен, қоздырғыштармен және қанмен ластануы кедергі келтіреді. Бұрынғы техникалық шектеулерге байланысты тыныс алу және дем шығару жылдамдығын өлшеу желдеткіш ішінде орындалды. Кейде нақты желдетілетін мәндерден айтарлықтай ауытқыған өрескел ағын мәндері күрделі және жиі дұрыс емес өтемақы алгоритмдерін қолдану арқылы мүмкіндігінше түзетілді. Бұл техникалық мәселеге қарсы тұру үшін тыныс алу ағыны енді науқасқа мүмкіндігінше жақын өлшенеді [3].

Жұмыстың мақсаты – белсенді ылғалдандырғыш пен ағын датчиктерімен заманауи жасанды тыныс алу аппаратын жасау. Осы мақсатқа жету үшін дипломдық жобада тыныс алу аппаратының жұмыс қағидасы, құрастырушылары қарастырылды. Қолайлы ағын датчигын және белсенді ылғалдандырғышты таңдау.

Алға қойылған мақсаттарды орындау арқылы белсенді ылғалдандырғыш пен ағын датчиктерін тиімді таңдау арқылы заманауи жасанды тыныс алу

аппаратын жасау болып табылады. Аппараттың артықшылықтарын көрсету және талдау.

1 НЕГІЗГІ БӨЛІМ

1.1 Өкпені жасанды желдету аппараты

Өкпені жасанды желдету аппараты келесі құрамдас бөліктерден тұрады (1.2-сурет):

- басқару орталығы;
- медициналық газдардың көздері;
- оттегі мен ауа араластырғыш;
- тыныс алу қоспасын ылғалдандыруға және тазалауға арналған құрылғылар;
- тыныс алу және тыныс шығару клапандары бар тыныс алу контуры;
- ағын мен қысымды бақылау датчиктері.



1.1 Сурет – ӨЖЖ-дің түрі [2]

Аппараттың шешетін негізгі тапсырманы келесідей тұжырымдауға болады: аппарат ауа мен оттегін алдын ала белгіленген пропорцияда араластырып, оларды тазартып, ылғалдандыруы керек, содан кейін оларды белгілі бір алгоритм бойынша пациенттің тыныс алу жолдарына оң қысыммен жеткізу керек. Бұл ретте желдеткіш өзі орындайтын барлық әрекеттердің қауіпсіздігін қадағалауы керек.



Редуктор



Дозиметр



Сұйық анестетик булағышы

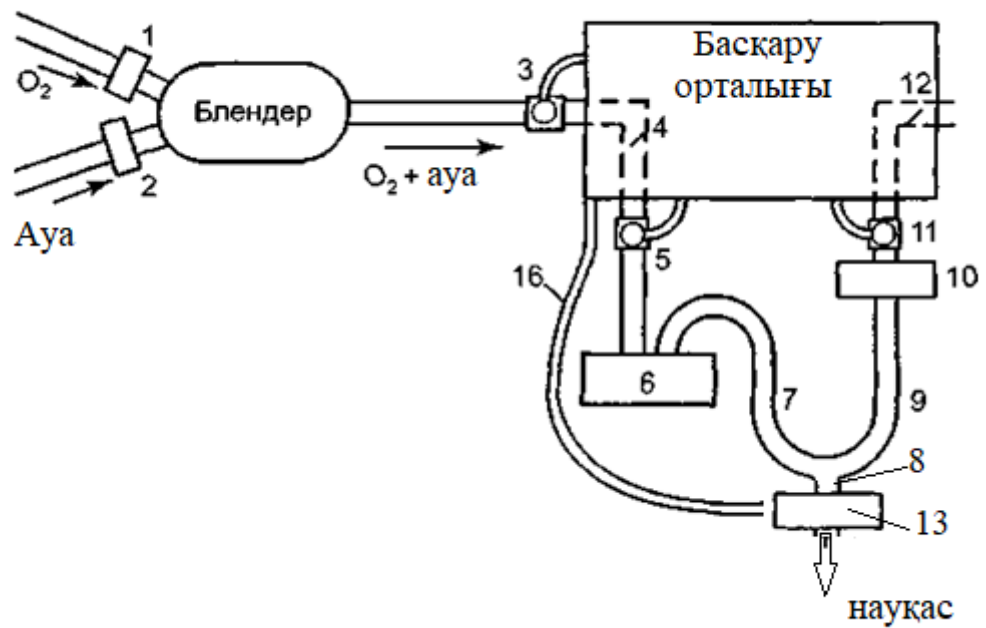


Тыныс алу блогы

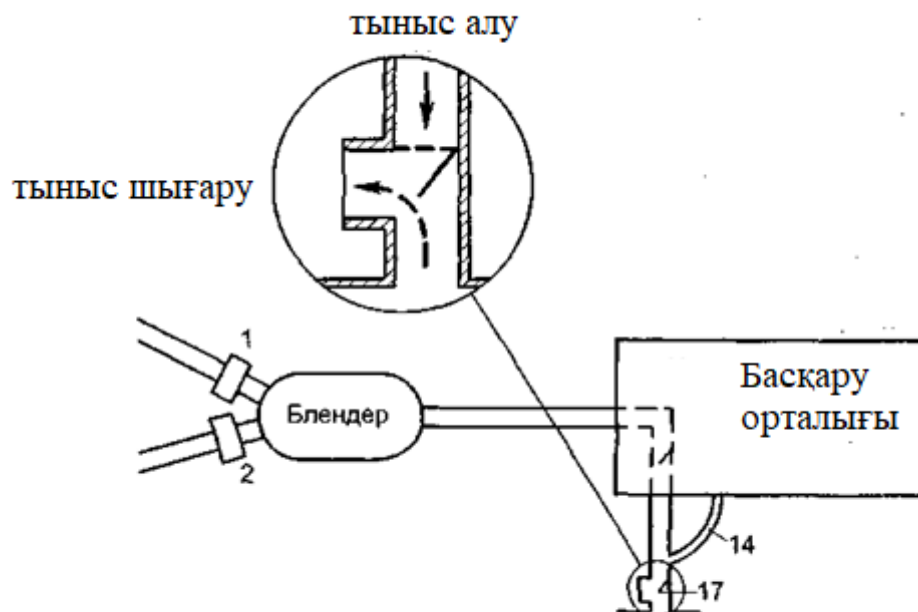


Адсорбер

1.2 Сурет – Өкпені жасанды желдету аппараты құрамдас бөліктері



1.3 Сурет – Белсенді ылғалдандырғыш және ағын датчигі бар желдеткіштің сұлбасы. 1, 2 – кіретін газдарды тазалауға арналған сүзгілер; 3 – кислородты датчигі; 4 – тыныс алу клапан; 5 – қосымша ағын датчигі; 6 – белсенді ылғалдандырғыш; 7 – тыныс шығару контурының иіні; 8 – Y-тәрізді тыныс алу контурының интубационды түтігі; 9 – тыныс алу контурының иіні; 10 – дем шығарылған ауаны тазалауға арналған сүзгі; 11– негізгі ағын датчигі; 12 – тыныс шығару клапаны; 13 – жылу және ылғал алмастырғыш сүзгі; 14 – проксимальды қысым датчигі; 15 – дистальды қысым датчигі; 16 – небулайзер желісі; 17 – аралас дистальды ингаляциялық тыныс алу/тыныс шығару клапаны.



1.4 Сурет – Дистальды біріктірілген тыныс шығару\алу клапаны бар желдеткіштің схемасы (тасымалданатын үлгілері)
1–2–кіретін газдарды тазалауға арналған сүзгілер; 14–проксимальды қысым датчигі; 17–аралас дистальды ингаляциялық тыныс алу/тыныс шығару клапаны.

Ағын және қысым датчиктері аппараттың ішінде орналасқан және олардың жұмысы үшін арнайы желілер қажет емес. Ауа мен оттегіге арналған жеке тыныс алу ағынының датчиктері негізгі оттегі датчигінің техникалық жағдайына қарамастан оттегі концентрациясын бақылауға мүмкіндік береді. Дем шығару ағынының датчигі құрылымдық түрде мембранадан кейін дем шығару клапанына орналастырылған [16].

1.2ӨЖЖ аппаратының басқару орталығы

Қазіргі жасанды тыныс алу аппараттарының басқару орталығы бір немесе бірнеше микропроцессорлардан тұрады. Бұл микропроцессорлардың функциялары соншалықты ерекше, олар мидың жұмысына ұқсайды.

Басқару орталығының міндеттері:

- 1–ағын және көлем датчиктерінің жұмысын бақылау;
- 2–оттегі-ауа қоспасын енгізуді уақтылы беру және тоқтату клапандарының келісілген жұмысын бақылау;
- 3–желдетудің белгілі бір параметрлерінің көрсетілген параметрлерден ауытқуы туралы ақпаратқа жауап беру.

1.3 Медициналық газдардың көздері

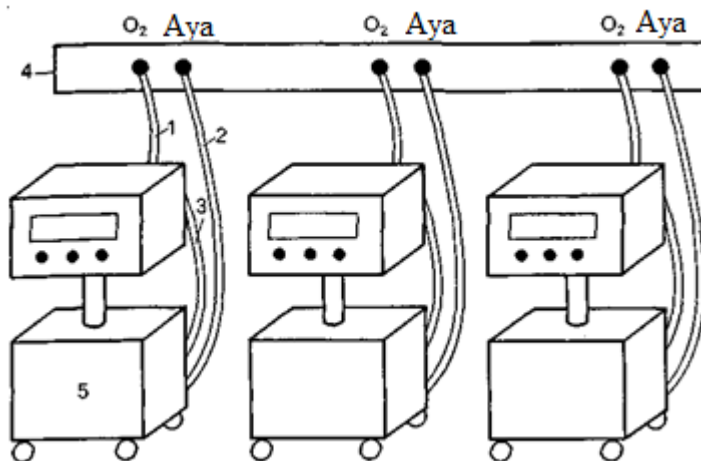
Тыныс алу қоспасын жасау үшін екі медициналық газдың көздері қажет: оттегі және ауа. Тәжірибелік реаниматолог үшін келесі фактіні түсіну өте маңызды: респиратордың құрылғысы неғұрлым күрделі болса, соғұрлым оған берілетін оттегі мен ауаның қысымына қойылатын талаптар жоғары болады. Қарапайым үлгідегі респираторлар медициналық газдардың жоғары қысымында (3 - 6 атм немесе 40 - 80 psi), сондай-ақ төмен қысымда (1,5 атм немесе 20 psi) жұмыс істей алады. Науқастың өзгермелі қажеттіліктеріне сәйкес механикалық тыныс алуды дәл баптайтын және медициналық газдарды дәл араластыратын күрделі заманауи машиналар оттегі мен сығылған ауаның қысымына көбірек талап етеді. Респиратордың конструкциясына байланысты құрылғының үздіксіз жұмыс істеуі мүмкін болатын медициналық газдардың қысымының рұқсат етілген ауытқуларының диапазоны әртүрлі болуы мүмкін.

Қарқынды терапия бөлімшелеріндегі механикалық желдетуге арналған оттегі, әдетте, орталықтандырылған түрде аурухананың оттегі станциясынан келеді. Осыған байланысты, заманауи желдеткішті сатып алмас бұрын, аурухананың оттегімен қамтамасыз етілу сапасын мұқият тексеру қажет. Орталық станциядан респираторға оттегінің ағуы осы газдың қысымының айтарлықтай төмендеуіне және желдеткіштің жұмысында проблемаларға әкелуі мүмкін.

Орталықтандырылған жабдықтаудан басқа, оттегін тағы екі жолмен беруге болады: тікелей респиратордың жанында орнатылған газ баллонынан және оттегі концентраторынан. Реанимация бөлімшесіне оттегі баллонын орнату оның құлап, кейін жарылып кету мүмкіндігіне байланысты қауіпті. Айналадағы ауадан оттегін алатын оттегі концентраторын пайдалану экономикалық тұрғыдан тиімсіз. Осыған байланысты концентраторлар оттегінің аз шығынымен оттегімен емдеу және үйде механикалық желдету үшін ғана қолданылады.

Науқасқа респираторлардың қарапайым үлгілерінде келетін оттегі-ауа қоспасын жасау үшін ауа қоршаған ортадан «сорылады». КР (көлемді респиратор) сериялы респираторлар сияқты бірқатар ескі үлгілерде ауаны төмен қысымда тыныс алу жолдарына жеткізетін үрлегіш қолданылады. Қазіргі заманғы желдеткіштер жоғары газ ағынын қажет ететіндіктен, бұл әдістер тиімсіз және әртүрлі сығылған ауамен жабдықтау жүйелерімен ауыстырылды.

Сығылған ауа үш көзден келуі мүмкін: орталық аурухана компрессоры, респиратор компрессоры және желдеткіш турбинасы. Реанимация бөлімінде кемінде 6 респиратор болса, орталықтандырылған қысылған ауаны беруді пайдалану ең үнемді болып табылады. Науқастың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін орталықтан қысылған ауа беріледі, ал респиратор компрессоры күту режимінде болады. Орталықтандырылған жабдықтаудағы үзілістер кезінде сығылған ауаны беру респираторлық компрессормен қамтамасыз етіледі (1.2-сурет).



1.5 Сурет – Реанимация бөліміне газ берудің ең тиімді жолы 1–орталық оттегі станциясынан оттегі беретін шланг; 2–орталық компрессордан сығылған ауа беретін шланг; 3–респиратор компрессорынан желдеткіштің блендеріне сығылған ауа беретін шланг; 4–орталықтандырылған газ таратуға арналған панель; 5–респиратор компрессоры.

Егер ауруханада орталықтандырылған сығылған ауамен жабдықтау жүйесі болмаса, онда респираторлы компрессорды немесе турбинаны қолдануға тура келеді. Желдеткіш компрессорын ұзақ уақыт пайдалану тиімсіз, өйткені ол негізінен авариялық іске қосуға арналған және, әдетте, турбинаға қарағанда қысқа қызмет ету мерзіміне ие. Сонымен қатар, турбинаны жаңа туған нәрестелерде механикалық желдету үшін қолдануға болмайды, өйткені ол шамадан тыс инерцияға ие. Турбинаның бұл ерекшелігі осы санаттағы науқастар үшін қажетті жоғары жылдамдықты ауа ағындарын жасауға мүмкіндік бермейді. Сонымен қатар, пациенттің тыныс алу әрекеттеріне респираторлық жауап берудің заманауи сезімтал әдістерін жасау кезінде айтарлықтай инерция турбиналық респираторлардың мүмкіндіктерін төмендетеді [6].

Турбиналық респираторлардың артықшылығы компрессорлық респираторлармен салыстырғанда олардың салмағының аздығы болып табылады. Осыған байланысты турбиналық құрылғылар тыныс алуды қамтамасыз ету сапасының төмендеуі қажет емес. Турбина тудыратын турбулентті ауа ағыны төмен және жоғары қысымда медициналық газдарды жеткілікті түрде араластырады. Осыған байланысты турбиналық респираторлар жоғары қысымды оттегіден төмен қысымды жұмысқа ауысуға мүмкіндік береді.

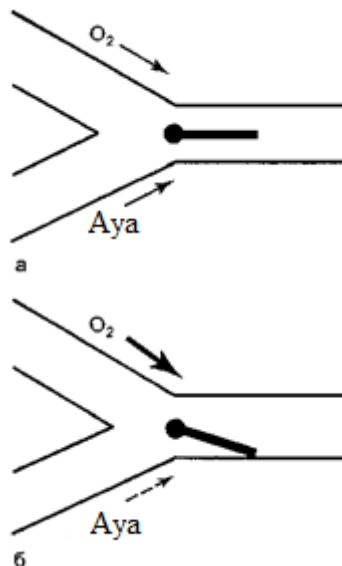
Бұл жағдайлар жабдықты сатып алуды ұтымды ету үшін маңызды практикалық маңызы бар. Сығылған ауаның орталықтандырылған жеткізілімі болған жағдайда компрессоры бар респираторларды сатып алған дұрыс.

Компрессорлық құрылғылар тыныс алу жолдары жиі өзгеретін проблемалы науқастарға, сондай-ақ жаңа туған нәрестелерге механикалық желдетуді жүргізу кезінде қажет екені анық. Сығылған ауаның орталықтандырылған жеткізілімі болмаған жағдайда, сондай-ақ оттегін бөлу сапасының төмендігі жағдайында турбиналық модельдер практикалық болып табылады.

1.4 Газ араластырғыш

Оттегі-ауа қоспасын дәл араластыру арнайы құрылғы – ол араластырғыш (блендер) арқылы жүзеге асырылады. Блендердің дәлдігін және ол ингаляциялық қоспада тудыратын оттегі концентрациясын бақылау екі жолмен жүзеге асырылады: қалқымалы клапанның көмегімен немесе арнайы оттегі сенсорын қолдану арқылы. Ингаляциялық қоспадағы белгіленген оттегі концентрациясы мен оның нақты мөлшері сәйкес келмесе, респиратор дыбыстық және жарық дабылын береді.

Қалқымалы клапанның жұмыс принципі келесідей. Клапан сығылған ауа мен оттегінің бірдей қысымын сақтайды. Дәл осындай қысым дәрігер белгілеген оттегі концентрациясының сақталуына кепілдік береді. Бір қысымның екіншісінен асып кетуі клапан дискісін айналдырады және оттегімен қамтамасыз етуде кепілдік берілген дәлдік жоқ екенін көрсететін дыбыстық сигнал естіледі (1.3-сурет).



1.6 Сурет – Қалқымалы клапанның жұмыс істеу принципі. а-түсетін газдардың бірдей қысымы - қалқыма ағынға параллель; б-кіретін газдардың әртүрлі қысымдары - қалқыма ағынды ішінара блоктайды.

Оттегі датчигі блендермен араластырылғаннан кейін тыныс алу

қоспасындағы оттегінің құрамын талдайды. Датчиктің жұмыс істеу принципі оттегі концентрациясына байланысты оның физикалық және химиялық қасиеттерінің өзгеруіне негізделген. Ол тыныс алу қоспасының респиратордан шығатын жерінде орналасқан, бұл қалқымалы клапанды пайдаланғанға қарағанда пациентке түскенге дейін оттегінің құрамын дәлірек бақылауға мүмкіндік береді [14].

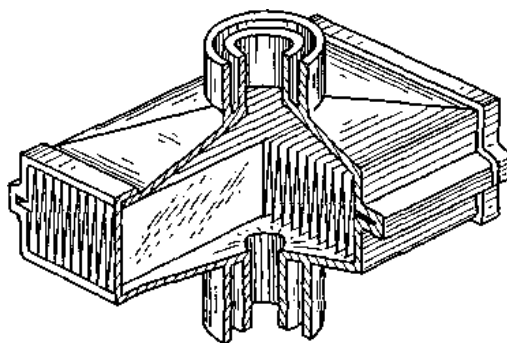
1.5 Тыныс алу қоспасын ылғалдандыруға және тазартуға арналған құрылғылар

Респираторға кіретін жердегі тыныс алу қоспасын тазалау үшін респиратор мен науқасты газбен жабдықтау жүйелерінен механикалық қоспалардың (майлар және т.б.) кездейсоқ түсуінен қорғау үшін арнайы сүзгілер қойылады. Қосымша сүзгіні Y-қосылымының жанында орналастыруға болады, оның екі мақсаты бар.

Біріншісі – науқастың жұтқан және шығарған ауасын тазарту.

Екіншісі – сүзгіге жылу және ылғал алмастырғыш функцияларын орындауға мүмкіндік беретін пациенттің дем шығарған жылы су буының сақталуы (1.4-сурет).

Желдеткіштен келетін ауа қоспасын жылыту және ылғалдандыру керек екенін атап өтеміз. Бұл шараларды елемеу қысқа мерзімді механикалық желдетуден кейін де өкпенің зақымдалуына әкеледі.



1.7 Сурет – Жылу-ылғал алмастырғыштың сүзгісінің көрінісі

Жылу-ылғал алмастырғыштың сүзгісінің орнына ингаляциялық қоспаны белсенді ылғалдағышпен қыздыруға және ылғалдандыруға болады. Онда науқастың өкпесіне түсер алдында респиратормен үрленген тыныс алу қоспасы су қабатынан өткізіледі (көпіршік әдісі), жылытылады және су буымен қанықтырылады.

Белсенді ылғалдандырудың тағы бір нұсқасы - тыныс алу қоспасының су буланатын арнайы камера арқылы өтуі. Процестің жоғары қарқындылығын сақтау үшін булану аймағы әдетте камераға тазартқыш қағазға ұқсас кеуекті

матаны қою арқылы ұлғайтылады. Ылғалдандырудың одан да жоғары дәрежесін бүріккіш (небулайзер) қамтамасыз етеді, бұл сонымен қатар пациенттің тыныс алу жолдарына дәрі-дәрмектерді шашуға мүмкіндік береді. Небулайзер мен жылу-ылғал сүзгісін бір уақытта қолдану практикалық емес екенін ескеріңіз, дегенмен мұндай тәсіл кейде практикалық жұмыста байқалады. Небулайзер шашатын сұйық бөлшектер сүзгінің ылғалдануына және істен шығуына әкеледі.

Заманауи қауіпсіздік талаптарына сәйкес, медицина қызметкерлері мен басқа да науқастарды жұқтырмау үшін пациенттер шығаратын ауаны дезинфекциялау қажет. Белсенді ылғалдандырғыш пайдаланылса, эндотрахеальды түтікке жақын жылу және ылғал алмастырғышты қоюдың мағынасы жоқ, себебі ол ылғалданып, жұмысын тоқтатады. Осыған байланысты қосымша сүзгіні вентиляторға жақынырақ, тыныс алу тізбегінің экспираторлық тізесінде орналастырады. Сүзгінің мұндай орналасуы оның қақырықпен тез ластануын және сулануын болдырмайды. Кейбір респиратор үлгілерінің тыныс шығару сызығының соңында респиратордың жанында орналасқан ағын датчигін жылытудың бірегей мүмкіндігі бар. Сенсорды жылыту екі мәселені шешуге мүмкіндік береді: оның үстіне ылғалдың шамадан тыс жиналуын болдырмау және пациент дем шығаратын ауаны дезинфекциялау. Соңғы факт тыныс алу жолдарының қауіпті инфекциялары бар науқастарды емдеуде шешуші мәнге ие болуы мүмкін, өйткені ол медициналық қызметкерлер мен басқа пациенттердің инфекциясын болдырмайды. Медициналық тәжірибе вирустық ауыр жедел респираторлық синдром бар науқастарды емдеуде бұл фактінің практикалық маңыздылығын көрсетті.

Тыныс алу қоспасының ылғалдандырғышының жұмыс істеу принципі ылғалдандырғыш камерасында белгілі бір температураға дейін қыздырылған судың бетінен тұрақты ағынмен берілетін газдың өтуінен тұрады, содан кейін жылытылған және ылғалдандырылған қоспа ағыны науқастың тыныс алу жолына жіберіледі. Ылғалдатқыштың одан шығатын газдың температурасын бақылау мүмкіндігі бар, ол белгілі режимді қолдану арқылы жүзеге асырылады. Ылғалдатқышта қолданылатын термометрдің түрі - спирт. Ылғалдатқыш камерасындағы қол жетімді температура: Цельсий бойынша 40-тан 85 градусқа дейін.

Ылғалдатқышты тікелей вентиляторға арналған тұғырға немесе арнайы бекіткіштердің көмегімен емделуші консоліне бөлек орналастыруға болады.

Құрылымдық жағынан дымқылдатқыш қыздыру пластинасынан тұрады, оған тыныс алу тізбегі қосылған камера және бірнеше панельдер орнатылған, олардың ішінде құрылғының алдыңғы және бүйірлік панельдері басқаруда негізгі рөл атқарады. Ылғалдатқыштың алдыңғы панелінде желілік қуат пен суды жылытуға арналған индикаторлар, сондай-ақ қыздыру деңгейін реттеуге арналған тұтқа бар, оның көмегімен қыздыру тақтасының қажетті температура деңгейін реттеуге болады. Оң жақ панельде қуат қосу/өшіру түймесі, ақпарат бөлімі бар, сол жақ панельде тек мәтіндік ақпарат бар.

Құрылғыны орнатуға дайындау ылғалдандырғыш камерасын орнатуды, камераға тазартылған суды беруді, орнатуды (камераны автоматты түрде беру немесе қолмен толтыру), ылғалдандырғыш қамтитын пациенттің тыныс алу тізбегін құрастыруды және температура датчигін орнатуды қамтиды. Дайындық жасалғаннан кейін құрылғы орнатылады, ылғалдандырғыш ток көзіне қосылады, желдеткіш және газ қоспасының қорегі қосылады, ылғалдандырғыш қосылады. Бұл кезеңде желдеткіштің дұрыс жұмыс істеуін және тыныс алу газының жеткізілуін қамтамасыз ету өте маңызды. Егер бұл орын алмаса, онда ылғалдандырғышты өшіру керек, себебі тыныс алу қоспасының қызып кетуі, сондай-ақ ылғалдандырғыштың зақымдалуы мүмкін. Тыныс алу тізбегін науқасқа қоспас бұрын, сондай-ақ жеткілікті газ ағынының бар екеніне көз жеткізу керек.

Жылу-ылғал алмастырғыш сүзгісінің орнына ингаляциялық қоспаны жылыту және ылғалдандыру белсенді ылғалдандырғышпен жүзеге асырылуы мүмкін. Онда респиратормен үрленетін тыныс алу қоспасы науқастың өкпесіне кірмес бұрын су қабатынан өтеді.

Ылғалдандырудың одан да жоғары дәрежесін небулайзер (небулайзер) қамтамасыз етеді, бұл науқастың тыныс жолдарында дәрі-дәрмектерді шашыратуға мүмкіндік береді.

Небулайзер мен жылу алмастырғыш сүзгіні бір уақытта қолдану іс жүзінде мүмкін емес, дегенмен бұл тәсіл кейде практикалық жұмыста қолданылады. Небулайзермен шашыратылған сұйықтық бөлшектері жылу алмастырғыш сүзгінің ылғалдануына және оның істен шығуына әкеледі.

Қазіргі заманғы қауіпсіздік талаптарына сәйкес, медициналық қызметкерлер мен басқа пациенттердің инфекциясының алдын алу үшін науқастың дем шығарған ауасы дезинфекциялануы керек.

Жылу-ылғал алмастырғыш суды қыздырып, ауаға бу қосады. Оның ішкі жылыту технологиясы бар, ол суды бу ретінде ауаға жібермес бұрын қайнатып, жылы тұман жасайды.

Белсенді ылғалдатқыш ауаға өте жұқа салқын тұман шығарады. Кейбір салқын тұманды ылғалдандырғыштар ультрадыбыстық технологиямен келеді, ал басқалары ішкі фильтр сүзгісі мен желдеткішті пайдаланады [12].

1.6 Тыныс алу және дем шығару клапандары

Оттегі-ауа қоспасының ағыны ингаляциялық және дем шығару клапандарының жұмысымен реттеледі. Респираторлардың қарапайым үлгілерінде бұл клапандардың функциялары құрылымдық түрде бір құрылғыда біріктірілген, ол эндотрахеальды түтіктің жанындағы құрылғыда орналасқан және механикалық жапырақша клапаны болып табылады. Клапан қайтымсыз және ауаның қозғалысына мүмкіндік береді: тыныс алу кезінде науқастың өкпесіне, ал дем шығару кезінде - қоршаған ортаға. Клапанның құрылғысы РЕЕР мәнін шамамен реттеуге мүмкіндік береді.

Клапан эндотрахеальді түтікке жақын орналасқандықтан, ұзақ механикалық желдетуді жүзеге асыруға тырысқанда, клапан жапырақтары дем шығаратын ауаның ылғалдылығының әсерінен бір-біріне жабысып, адекватты жұмысын тоқтатады. Бұл тыныс алу тізбегіне белсенді дымқылдатқышты қосуға мүмкіндік бермейтін жапырақты дем шығару клапанының болуына әкеп соғады. Осыған байланысты, бұл жағдайда тыныс алу қоспасын ылғалдандыруды қамтамасыз етудің жалғыз жолы сүзгі-жылу және ылғал алмастырғышты пайдалану болып табылады.

Жылу-ылғал алмастырғыштың тиімділігі тыныс алу қоспасын жеткілікті ылғалдандыру үшін әрқашан жеткіліксіз, сондықтан нақты клиникалық тәжірибеде кейде респираторлардың қарастырылған үлгілерінде белсенді ылғалдандырғышты қолдануға әрекет жасалады. Мұндай әрекеттерден үзілді-кесілді ескерту керек, өйткені қайғылы тәжірибе клапанның бітелуіне байланысты пациентке елеулі қауіп төндіретінін көрсетеді.

Неғұрлым күрделі үлгілерде дем алу және дем шығару клапандары бөлініп, респиратордың жанында орналасады. Тыныс алу клапанының жұмысын респиратор микропроцессоры белсенді басқарады. Керісінше, дем шығару клапаны көбінесе пассивті болады, өйткені ол дем шығарылған ауру ауамен ашылады және дем шығару аяқталған кезде жабылады. Дем шығару клапанының құрылғысы РЕЕР мәнін дәл мөлшерлеуге мүмкіндік береді. Клапандардың дизайны жылу және ылғал алмастырғышты пайдалануды да, тыныс алу тізбегіне орнатылған дымқылдатқышты пайдаланып тыныс алу жолдарын белсенді ылғалдандыруды да қамтиды.

Ең заманауи нұсқа - белсенді клапандардың болуы және ингаляция және дем шығару. Бұл жағдайда дем шығару клапанының ашылуы мен жабылуы респиратордың микропроцессорымен ингаляциялық клапаннан бөлек басқарылады, бұл пациенттің механикалық желдету кезінде өздігінен тыныс алу мүмкіндігін сақтауға мүмкіндік береді [15].

1.7 Ағынды және қысымды реттеу датчиктері

Датчиктердің екі түрін пайдалану аспаптың параметрлері мен науқастың нақты желдету параметрлері арасындағы сәйкессіздік жағдайында қажетті дыбыс және жарық дабылдарын қамтамасыз етеді. Датчиктер аспапты дыбыс және жарық дабылдарының жұмыс істеуі үшін қажетті ақпаратпен қамтамасыз етеді. Ең маңызды алаңдаушылықтар:

- тыныс жолдарының максималды қысымын шектеу ($P_{\max}$)
- тыныс алу қозғалысының максималды жиілігін бақылау ($f_{\max}$)
- ең төменгі толқын көлемін бақылау ($V_{T \min}$)

Ағын датчигінің негізгі міндеті – тыныс шығарудағы ауаны талдау. Датчик ағынның мөлшерін өлшейді, содан кейін аспаптың микропроцессоры осы көрсеткішті біріктіреді және пациент шығарған ауа көлемін есептейді.

Соңғысы аспаптың панелінде дәрігер белгілеген және науқастың өкпесіне үрленген көлемге сәйкес келуі керек. Қысым датчигінің негізгі мақсаты барожарақат пен ауаның ағып кетуін болдырмау үшін пациенттің тыныс алу жолдарында осы параметрді бақылау болып табылады.

Сонымен қатар, аспап ағын мен қысым датчиктерінен алатын ақпараттың арқасында құрылғы пациенттің тыныс алу әрекетіне жауап беру процесін орындайды. Осыған жауапты триггер.

Триггер сөзі іске қосу құрылғысы, іске қосу релесі, іске қосу деп аударылады. Желдеткіш үшін бұл дем алуды қамтитын іске қосу тізбегі. Қазіргі уақытта тыныс алуды іске қосу үшін әртүрлі параметрлерді қолдануға болады:

- 1–Уақыт.
- 2–Қысым.
- 3–Ағын.
- 4–Көлем.
- 5–Диагфрамалды жүйке арқылы өтетін электрлік импульс.
- 6–Өңеш ішіндегі қысым датчигінің сигналы.
- 7–Тыныс алудың басында кеуде қуысының кедергісінің (электр кедергісінің) өзгеруіне байланысты алынған сигнал және т.б.

Ағылшын тілінде триггерді іске қосу үшін қолданылатын параметр *trigger variable* деп аталады [6].

Жұмыс істеу үшін Триггерде таймер сағаты және көлем, қысым, ағын датчиктерінен ақпаратты қабылдайтын және N.frenicus арқылы диафрагмаға өтетін сигналдарды қайталайтын бақылау тақтасы бар. Орнатылған тапсырмаға байланысты Триггер сигналдардың біріне жауап ретінде желдеткіштің тыныс алуын қосады.

Time trigger – Триггердің ең көне «классикалық» тәсілі – сағат бойынша (уақыт жеткенде ингаляция қосылады). Триггер бұлшық еттердің босаңсуы жағдайында, тыныс алу бұлшықеттерінің тоқтауына әкелетін ауруларда немесе оны басқа жолмен қалай жасау керектігін білмесе, терең анестезиямен осылай жұмыс істейді. Науқас тыныс алу әрекетін жасай алатын және оны өз қарқынымен жасайтын жағдайларда адам мен аппарат арасында қақтығыс туындайды ол - десинхронизация. Терапиялық стратегияларға байланысты алдыңғы режимде желдетуді жалғастыру қажет болса (мысалы, науқаста сіреспе немесе эпилептикалық статус бар) немесе желдеткіш басқаша істей алмаса, дәрігер науқасты «өшіреді».

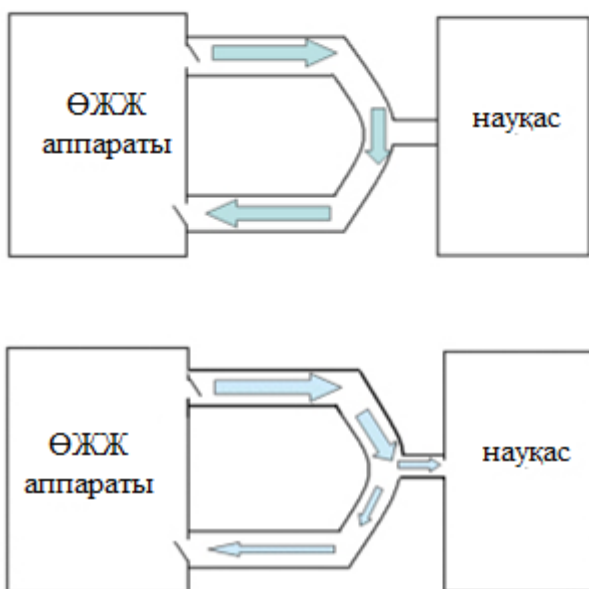
Time trigger жұмыс істеген болса, бұл тыныс алу вентиляторды іске қосқанын білдіреді. Барлық басқа іске қосу әдістері вентилятордың пациенттің тыныс алу әрекетіне жауап беруі болып табылады.

Желдеткіштің триггері қажеттінің бәрімен жабдықталған болса, оған пациенттің тыныс алу әрекетіне жауап ретінде тыныс алуды бастауға, яғни дыбыс көлемі, қысым немесе ағын датчиктерінен келетін сигналдарға жауап беруге тапсырыс беруге болады.

Pressure trigger - триггер желдеткіштің тыныс алу тізбегіндегі қысымның төмендеуімен іске қосылады (бұл опция көптеген заманауи желдеткіштерде кездеседі).

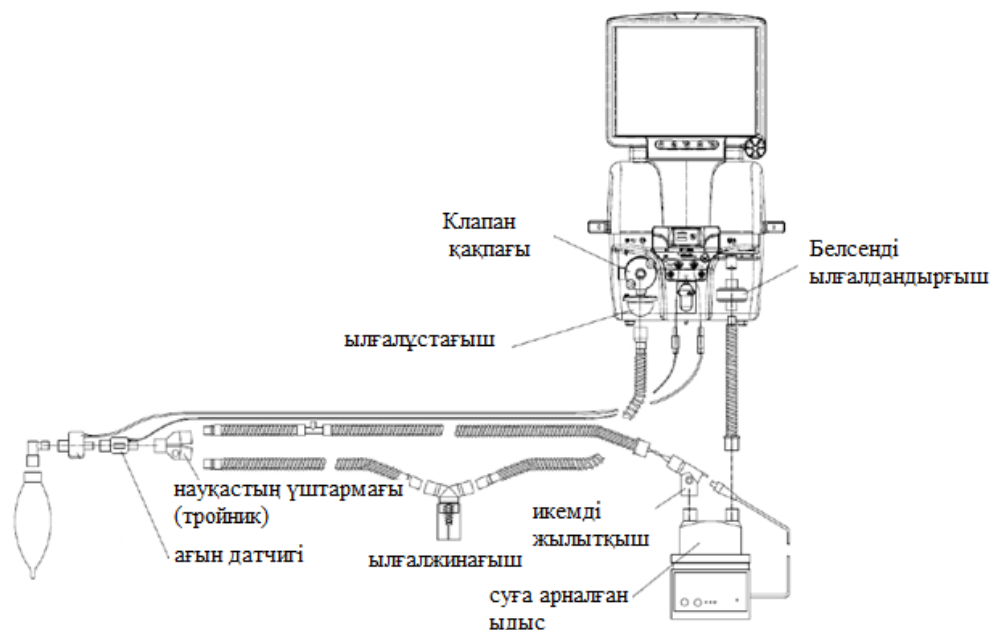
Volume trigger - Триггер берілген көлемнің пациенттің тыныс алу жолына өтуімен іске қосылады. (Dräger Babylog құрылғысында пайдаланылады датчиктің сенсоры науқастың тыныс алу жолдарына мүмкіндігінше жақын орналасқан. Құрылғыны құрастырушылардың айтуынша, бұл әдіс Триггердің барынша дәл жұмыс істеуіне мүмкіндік береді).

Flow by - триггер пациенттің тыныс алу тізбегі арқылы ағынның өзгеруімен іске қосылады. Заманауи желдеткіштер дем шығару және дем шығару клапандарын бір уақытта басқаруды дем шығару кідірісі кезінде ауа аппараттың шлангілерін емделушіге қосатын қосқыштың жанынан деммен жұтусыз өтеді. Науқас дем алу әрекетін жасаған кезде ағын өзгереді, ағын датчигі іске қосылады және Триггер қосылады [7].



1.8 Сурет – Өртүрлі режим

Кез келген параметрлер үшін аппараттық тыныс алуды қосу резервтік сигнал ретінде таймерді пайдалануды қамтуы мүмкін. Бұл жағдайда дыбыс деңгейінің, қысымның, ағынның немесе диафрагмалық жүйке сигналының өзгеруіне жауап ретінде Триггер тыныс алуды бастауға дайын болған кезде жоспарланған тыныс алуды іске қосу алдында «уақыт терезесі» бар. Егер сигнал қабылданбаса немесе танылмаса, Триггер уақытпен белгіленген тыныс алуды қосады.



1.9 Сурет – Белсенді ылғалдандырғыш және ағын датчигі бар
ӨЖЖ аппаратының сұлбасы

1.8 Сүзгілер мен ылғалдандырғыштар

Адамның өкпесінде қан мен ауа арасында газ алмасу жүреді. Қанға оттегі оңай еніп, көмірқышқыл газы оңай шығуы үшін оны ауадан өте жұқа тосқауыл бөліп тұрады. Бұл тосқауыл жұқа ғана емес, сонымен қатар осал болып келеді. Осы себепті өкпеге түсетін ауа таза, жылы және ылғалды болуы керек.

Адам өз бетімен тыныс алғанда, тыныс алу жолдары ауаны тазарту, ылғалдандыру және жылыту қызметін атқарады. Олардың қабырғаларына шаң түседі. Тыныс алған кезде шырышты қабаттан су буланып, дем шығарғанда кідіреді. Ауа мұрын жолдарының лабиринттерінен өту арқылы жылытылады.

Инвазивті емес желдетудің артықшылығы - тыныс алу жолдарының қорғаныс функциясы сақталады. Дегенмен, өздігінен тыныс алумен салыстырғанда, ауа ағыны тым үлкен болуы мүмкін. Осыған байланысты тыныс алу жолдары әрқашан өкпеге кірер алдында оның ылғалдануы мен жылынуын толық қамти алмайды. Бұл көптеген науқастарда, тіпті инвазивті емес желдету кезінде де тыныс алу жолдарында құрғақтық сезімі пайда болуына әкеледі. Инвазивті желдету кезінде ауа жоғарғы тыныс жолдарынан мүлдем өтпейді, олардың қорғаныс функцияларын толығымен ауыстыруға тура келеді.

Ауаны тазарту функциясын әртүрлі сүзгілер орындайды. Барлық желдеткіштерде кіріктірілген шаң сүзгілері бар, олар арқылы атмосферадан алынған ауа өтеді. Бұған қоса, егер құрылғыны әртүрлі емделушілер (аурухана немесе жалға алу опциясы) пайдалана алатын болса, құрылғы мен схема арасына немесе схема мен емделуші арасына бактериялық сүзгі қойылады.

Пациенттің тыныс алу жолдарын вирустардан, бактериялардан, шаң бөлшектерінен қорғау дәрежесі жоғары болады.



1.10 Сурет – Бактериалды сүзгі

Белсенді дымқылдатқыштар ауаны ылғалдандыру және жылыту үшін қолданылады. Олар төменгі жағында қыздыру элементі бар камера, оған су құйылады. Ауа осы камера арқылы өтіп, жылы бумен біріктіріледі. Жылыту функциясы жоқ қарапайым дымқылдатқыштардың да түрлері болады.



1.11 Сурет – Белсенді ылғалдандырғыш (өндіруші Fisher&Paykel)

Бактериялық сүзгіні және белсенді ылғалдағышты біріктіру мүмкін емес - сүзгі істен шығады. Сондықтан қыздырылған дымқылдатқышқа балама ретінде жылу және ылғал алмастырғышы бар сүзгі болуы мүмкін. Ылғалдандырғыштан айырмашылығы, сүзгі бу шығармайды. Ол жай ғана ылғалдың тыныс алу жүйесінен кетуіне жол бермейді. Жылу және ылғал алмастырғышы бар сүзгі - бұл бірнеше рет бүктелген бос мата салынған шағын пластикалық қорап. Ол науқастың трахеясының жанындағы тыныс алу тізбегіне енгізіледі. Дем шығарған кезде ауа сүзгіден өткенде, жылы бу оның қатпарларына қонады. Дем алған кезде сүзгіден өтетін ауа ондағы жиналған ылғалды алып тастайды.

Инвазивті желдетуде белсенді ылғалдандырғыштарды да, жылу және ылғал алмастырғышы бар сүзгілерді де пайдалануға болады. Белсенді дымқылдатқыштар тиімдірек, бірақ өңдеу қиынырақ. Оларды үнемі жуып, тазартылған сумен толтыру керек. Сүзгілер ластанған сайын лақтырылады. Бұл ыңғайлырақ, бірақ қымбатырақ.

Өкпенің инвазивті емес желдетуімен жылу және ылғал алмастырғышы бар сүзгілер пайдаланылмайды. Өйткені, олар контурда қосымша қарсылық тудырады, оны пациент тыныс алу кезінде өткізу керек. Өкпенің инвазивті желдетуімен жабық жүйенің болуына байланысты құрылғы пациент жасаған қысым мен ауа ағынының ауытқуын оңайырақ түсіреді. Сондықтан сүзгі кедергісі соншалықты маңызды емес. Осы себепті өкпені инвазивті желдету үшін жылу және ылғал алмастырғышы бар сүзгілерді де, белсенді ылғалдандырғыштарды да қолдануға болады [11].

1.9 Сыртқы ағын датчигін қосу

Бір реттік немесе көп рет қолданылатын ағын датчигі бар сыртқы ағын датчигі қосылған кезде құрылғы стандартты жұмыс схемасынан сыртқы ағын сенсоры бар жұмыс схемасына ауысады.



1.12 Сурет – Ағын датчигі 1–аппаратқа қосылу бөлігі; 3–ағын датчигі; 2–кабель; 4–модуль корпусы.

ӨЖЖ аппараты компрессордан, клапан жүйесі бар газ қоспасын беруге және шығаруға арналған құрылғылардан, датчиктер тобынан және технологиялық процесті басқарудың электрондық схемасынан тұрады. Тыныс алу және тыныс шығару фазалары арасында ауысу көрсетілген параметрлерге

Ағын және қысым өлшегіші

Ауа → Сүзгі → 6 → Реттегіш → 1 → Клапан

Оттегі (O₂) → Сүзгі → 6 → Реттегіш → 1 → Клапан

Датчик O₂

Наукасқа

7 Мотор

Ылғалдандырғыш

2 4 5

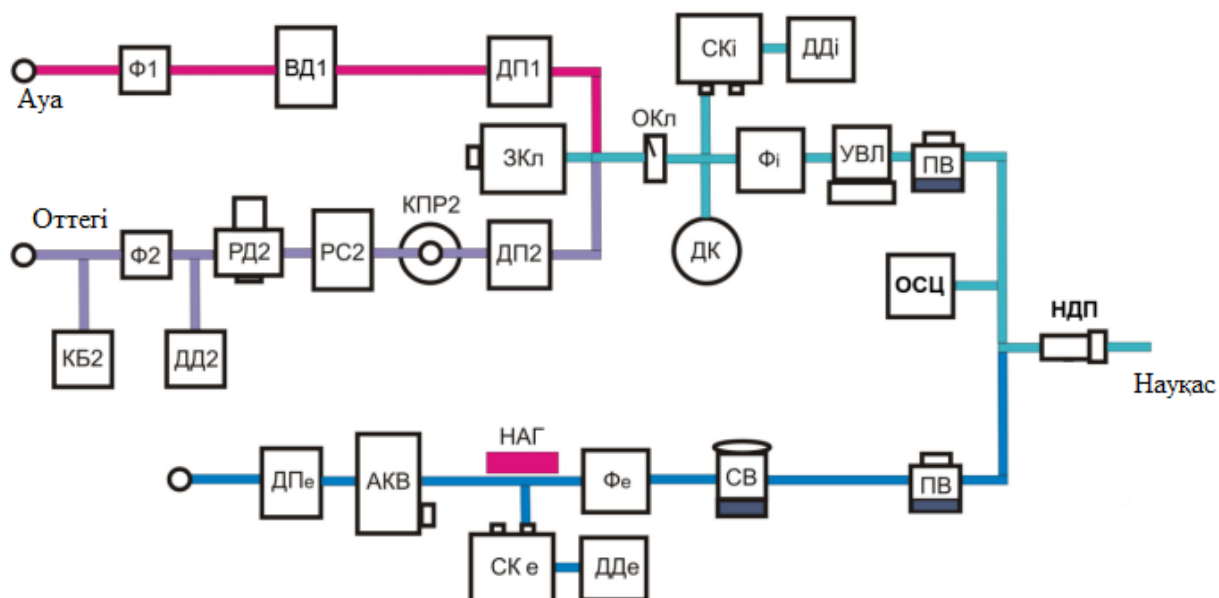
3 Барометрлік қысым датчигі

Клапан → 1 → 3 → 2 → 4 → Сүзгі → Наукастан

27

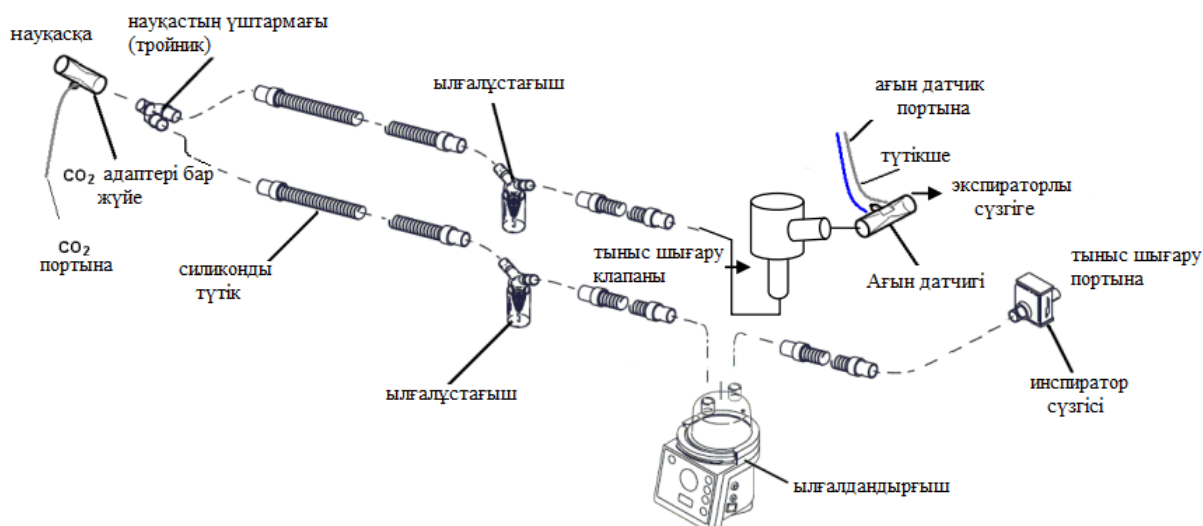
2 Белсенді ылғалдандырғыш және ағын датчигі бар ӨЖЖ аппаратын жобалау

2.1 Аппараттың пневматикалық жүйесінің құрылымы



2.1 Сурет – Аппараттың пневматикалық жүйесінің құрылымы:

ОКл–бір жақты клапан, ағынды тек бір бағытта өтуге мүмкіндік береді. Дем шығарылған ағынның ағуын жояды; ДК–оттегі датчигі (баяу), жылдам оттегі датчигі бар газ алмасуды бақылау модулін пайдаланған кезде қол жетімді болмауы мүмкін; ДДі–тыныс алудағы қысым датчигі; СКі–соленоидты клапан, тыныс алу қысымының нөлдік деңгейін мерзімді калибрлеуге қызмет етеді (атмосфералыққа қатысты); Фі–тыныс алу ағынындағы сүзгі; ВС–ылғал ұстағыш; АВП–ауа жолының адаптері, мониторинг модулі арқылы талдау үшін үлгі алуға мүмкіндік береді; Фе–тыныс шығару ағынындағы сүзгі; ДДе–тыныс шығару қысымының датчигі, тыныс шығару тізбегіндегі қысымды өлшейді; СКЕ–соленоидты клапан, тыныс шығарудағы қысымының нөлдік деңгейін мерзімді калибрлеуге қызмет етеді (атмосфералыққа қатысты); АКВ–белсенді дем шығару клапаны, тыныс шығару ағынының жылдамдығын реттейді. РЕЕР деңгейін басқаруға мүмкіндік береді. Кез келген уақытта науқасты өздігінен тыныс алу мүмкіндігімен желдетудің күрделі режимдерін жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Науқас жөтелгенде де алдын ала белгіленген тыныс алу қысымын сақтауға мүмкіндік береді; ДПе–тыныс шығарудың ағын датчигі, тыныс шығару тізбегіндегі ағынды өлшейді; ВД1–ауа компрессоры, тыныс алу кезінде ауа ағынын жасайды [10].



2.2 Сурет – Ұсынылатын тыныс алу контурының конфигурациясы

2.2 Ағын датчиктеріне қойылатын талаптар

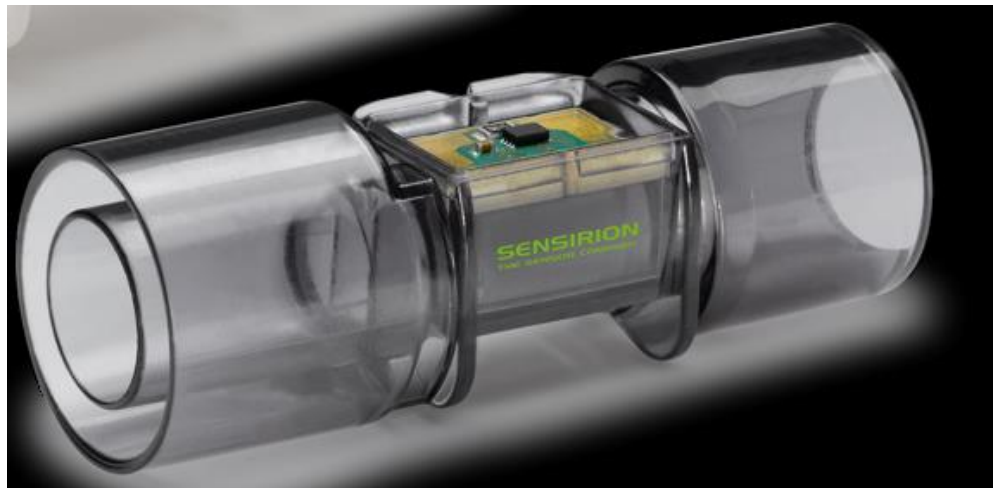
Ағын датчиктері көп қолданатын және бір ретті қолданатын түрлері болады. Әрине экономикалық тұрғыдан көп ретті қолданылатын ағын датчиктері тиімді болып келеді.

Осы датчикты таңдаған себебіміз басқа ағын датчикерімен салыстырғанда ағын датчигы науқастың тыныс алу жолына жақын орналастырады, соның арқасында кездейсоқ ағып кету байқалмайды және осы типпен жаңа туған нәрестелерге қолдану тиімді себебі жаңа туған сәбилердің тынысы өте ақырын болады.

Ағын датчиктері әртүрлі талапты қажет етеді. Датчиктер сенімді және үнемді, ұзақ уақыт бойы тұрақты болуы керек және сонымен қатар желдеткіштің бірқатар басқа мүмкіндіктеріне мысалы, төмен қысымның төмендеуі, өлі кеңістіктің аздығы, екі бағытты өлшеу диапазоны қанағаттандыру қажет. Бұған қоса, гигиеналық стерилизацияға ерекше қатаң талаптар қойылады, өйткені датчиктің патогендік микроорганизмдермен ықтимал ластанған ауамен байланыста болады.

Күрделі тыныс алу схемалары қолданылатын түтіктердің, ылғалдандырғыштардың, сүзгілердің және адаптерлердің әртүрлі түрлеріне байланысты құрамының кең ауқымды өзгермелілігіне ие. Бұл жиі ағып кетулер мен кемшіліктерге әкеледі, сондықтан тыныс алу жиілігі кейде науқасқа нақты жеткен ағын жылдамдығынан айтарлықтай ерекшеленеді. Бұл дем шығару жылдамдығына да қатысты. Ауа ағынын өлшеуге ауа температурасының, ылғалдылықтың және тыныс алу газының құрамының тұрақты өзгеруі, сондай-ақ түтіктердің және экспираторлық/проксимальды зондтардың қақырықпен, қоздырғыштармен және қанмен ластануы кедергі келтіреді. Бұрынғы техникалық шектеулерге байланысты тыныс алу және дем шығару жиілігін

вентилятор ішінде өлшеу жүргізілді. Кейде нақты желдетілетін мәндерден айтарлықтай ауытқыған өрескел ағын мәндері күрделі және жиі дұрыс емес өтемақы алгоритмдерін қолдану арқылы мүмкіндігінше түзетілді. Бұл техникалық мәселеге қарсы тұру үшін тыныс алу ағыны енді науқасқа мүмкіндігінше жақын өлшенеді.

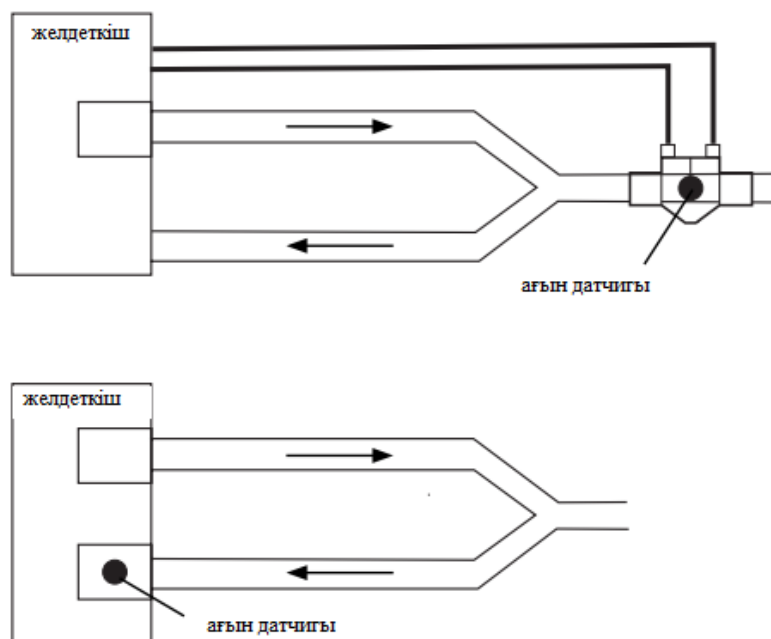


2.3 Сурет – Ағын датчигі

Таңдалған ағын датчигінің техникалық сипаты:

- Ағын диапазоны: ± 33 л/м (екі бағытты)
- Шағын өлі кеңістік <1 мл
- Қайта пайдалану (-AW) нұсқасы
- Өте жылдам жаңарту уақыты (0,5 мс)

Осы датчикте бесінші буынды кремний сенсорының чипін пайдаланады. Жылулық масса ағынының сенсорынан басқа, чипте күшейткіш, аналогты-цифрлық түрлендіргіш, EEPROM жады, цифрлық сигналды өңдеу схемасы және интерфейс бар. Бір кремний чипінде сигналды алу мен өңдеуді біркелкі біріктіру арқылы айтарлықтай өнімділік пен шығын артықшылықтарына қол жеткізіледі.



2.4 Сурет – Интенсивті терапия желдеткіштеріндегі екі ағынды өлшеу нүктесі

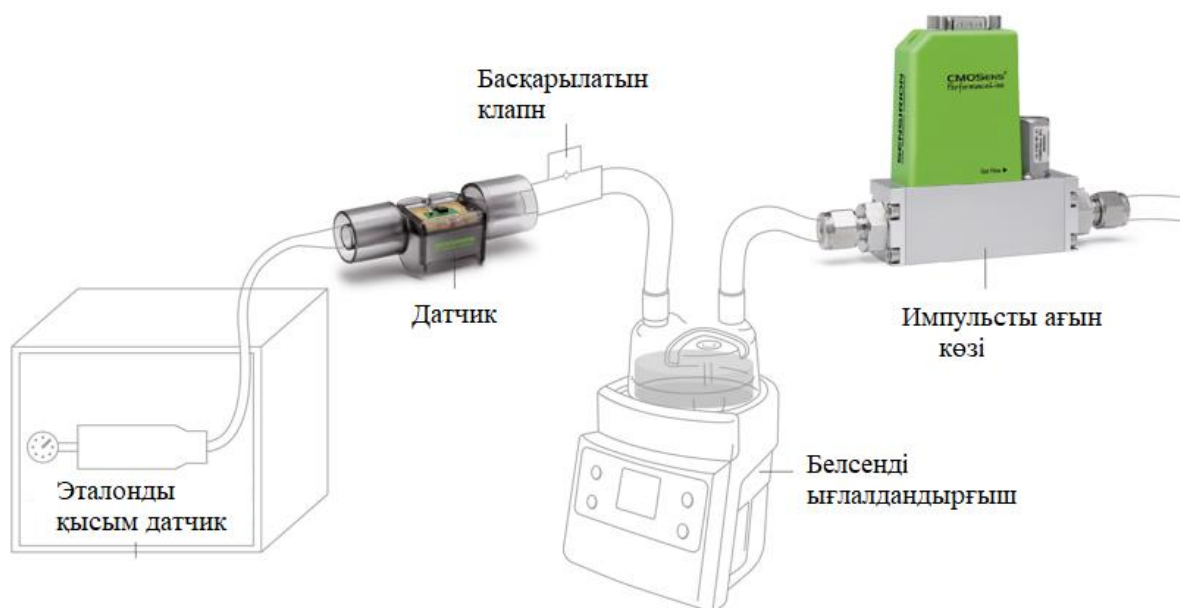
Ағын датчигі керемет өлшеу дәлдігін және сигналды өндеудің қысқа уақытын, сондай-ақ жоғары сенімділікті ұсынады. Сандық ағын датчигы екі бағытты ағынды 33 л/мин дейін өлшейді және ауа, N_2 және O_2 газдары үшін толығымен калибрленген. Ағын арнасының арнайы дизайны 1 мл-ден аз өлі кеңістікті қамтамасыз етеді. Датчик тыныс алу цикліне пневматикалық қосылуға арналған стандартты медициналық конустармен жабдықталған және жеңіл және ыңғайлы электр қосылымы үшін механикалық интерфейсі бар. Массалық шығын өлшегіштерінің өнімділік сипаттамалары оларды неонаталдық және педиатриялық жүйелеріндегі ағынды өлшеу, ауруханалардағы желдету, төтенше жағдайлар және үйде күтім жасау үшін қолайлы.

Неонатология негізінде пациенттегі ауа ағынын, көлемін және қысымын өлшеуге арналған ең жақсы позиция пациентке мүмкіндігінше жақын екендігі жалпы қабылданған. Бұл пациенттерді ең дәл тыныс көлемімен желдетуге мүмкіндік береді және жоғарыда аталған вентилятор тізбегі құрамының әсерлері толығымен дерлік жойылады. Әсіресе өте аз ағындарды дәл өлшеуге негізделген жаңа туған нәрестелер мен педиатриялық қолданбалар үшін проксимальды ағынды өлшеу стандартқа айналды. Ағынды өлшеудің қосымша артықшылықтарына желдеткіш жылдамырақ жауап беретін тыныс сигналдарын лезде анықтау және ағып кетуді анықтау кіреді.

Масса ағынының датчигы кедергісіз сенімді өлшеулерді қамтамасыз етеді және өте жылдам және дәл сенсор сигналына мүмкіндік береді.

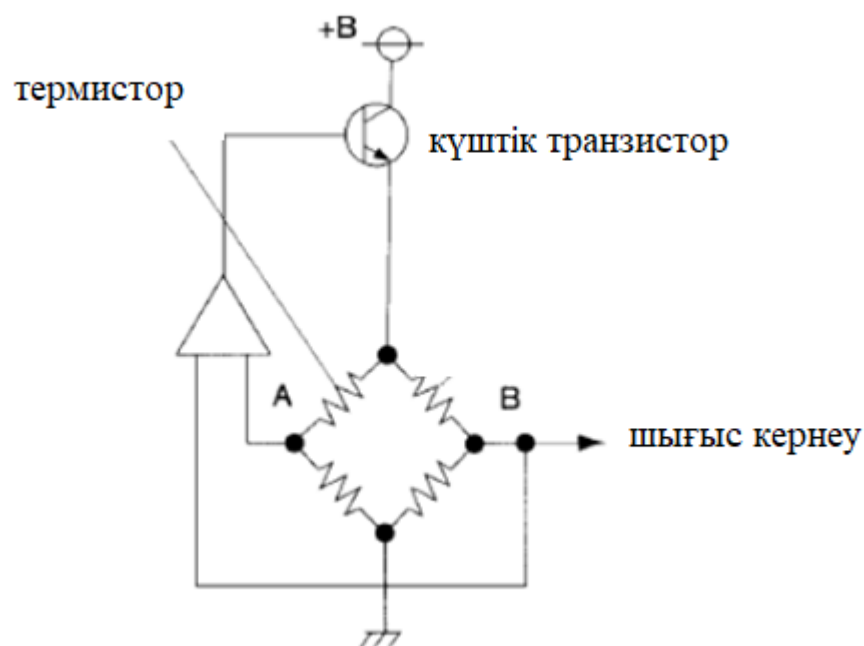
Нарықтағы барлық заманауи ауа ағыны датчиктерінің негізгі талабы ылғалдандырғыштармен бірге пайдалану болып табылады.

Соған байланысты дипломдық жобаның тапсырмасымен ағын датчигінің ылғалдандырғышпен сұлбасын ұсынайық.



2.5 Сурет – Ағын датчигінің ылғалдандырғышпен сұлбасы

Бұрын сипатталғандай, ылғалдандырғыштар жиі пайдаланылады, себебі олардың маңыздылығы терапия кезінде пациенттің жайлылығынан әлдеқайда жоғары. Жоғары ылғалдылық конденсацияға әкеліп соғады, бұл макроскопиялық су тамшыларының желдеткіш тізбегінің суық бөліктеріне енуіне себеп болады. Осы жалпы, бірақ қиын тапсырманың шешімі ретінде экспираторлық зондтары қосымша сыртқы қыздыру элементімен жабдықталған. Бұл қыздыру элементінің максималды қуаты 0,5 Вт жұмысы сенсордағы конденсацияны сенімді түрде болдырмау және осылайша ұзақ мерзімді тұрақты және сенімді жұмысты қамтамасыз ету үшін жеткілікті [1].



2.6 Сурет – Аспаптың принципиялды сұлбасы

Желдеткіштік ауаның ылғалдануын елемеуге болмайды. Инвазивті емес желдету жоғарғы тыныс жолдарын айналып өтпесе және ингаляциялық ауаның біршама ылғалдануы табиғи жолмен жүзеге асса да, ылғалдандыру жүйесі әдетте, әсіресе ауыз арқылы тыныс алатын науқастар үшін қолданылады. Жақсы ылғалдандырылған және жылытылған ауа вентиляциялық терапияның сәтті болуына үлкен үлес қосады, өйткені ол секрецияның ағуын да, инвазивті емес желдету терапиясының төзімділігін де жақсартады [9].

2.3 Ағын датчигын таңдаудағы анализ

Ағын датчиктері барлық желдеткіштердің ең маңызды бөлігі болды және болып қала береді, өйткені олар пациенттің тыныс алу жолына кіре берістегі негізгі көрсеткіштерді өлшейді. Бүкіл желдету процесі осы көрсеткіштерге байланысты: қысымның, ағынның және көлемнің нақты мәндері белгісіз, науқастың жағдайын сенімді түрде бағалау мүмкін емес. Бір реттік және қайта пайдалануға болатын ағын датчиктері бар.

Зерттеулер көрсеткендей, эндотрахеальді түтікте орналасқан ағын датчигі механикалық желдетілетін науқастарда дем алу көлемін анықтау үшін қолданылуы керек. Ағын датчигі - пластик корпустағы өзінің жұқа мембранасымен қапталған.

Ол тамаша дәлдікпен ауаның, оттегінің және басқа да коррозияға ұшырамайтын газдардың шығынын өлшейді. Ағын арнасының арнайы дизайны өте аз өлі кеңістікті қамтамасыз етеді.

Ағын датчигы қайта пайдалануға арналған. Осылайша, осы датчик неонаталдық/педиатриялық медициналық вентиляцияда және басқа тыныс алу жолдарында проксимальды (эндотрахеалды трубка ішінде) ағынды өлшеу үшін өте қолайлы.

Сезімтал элемент, сигналды өңдеу және цифрлық калибрлеу бір микрочипте орналасқан, бұл сигналды өңдеу уақытын өте жылдам, класстағы ең жақсы дәлдік пен соққыларға тамаша төзімділікті қамтамасыз етеді.

2.4 Matlab ортасында модельдеу

Кітапхана: Simscape / Foundation Library /



2.7 Сурет – Volumetric Flow Rate Sensor блогы

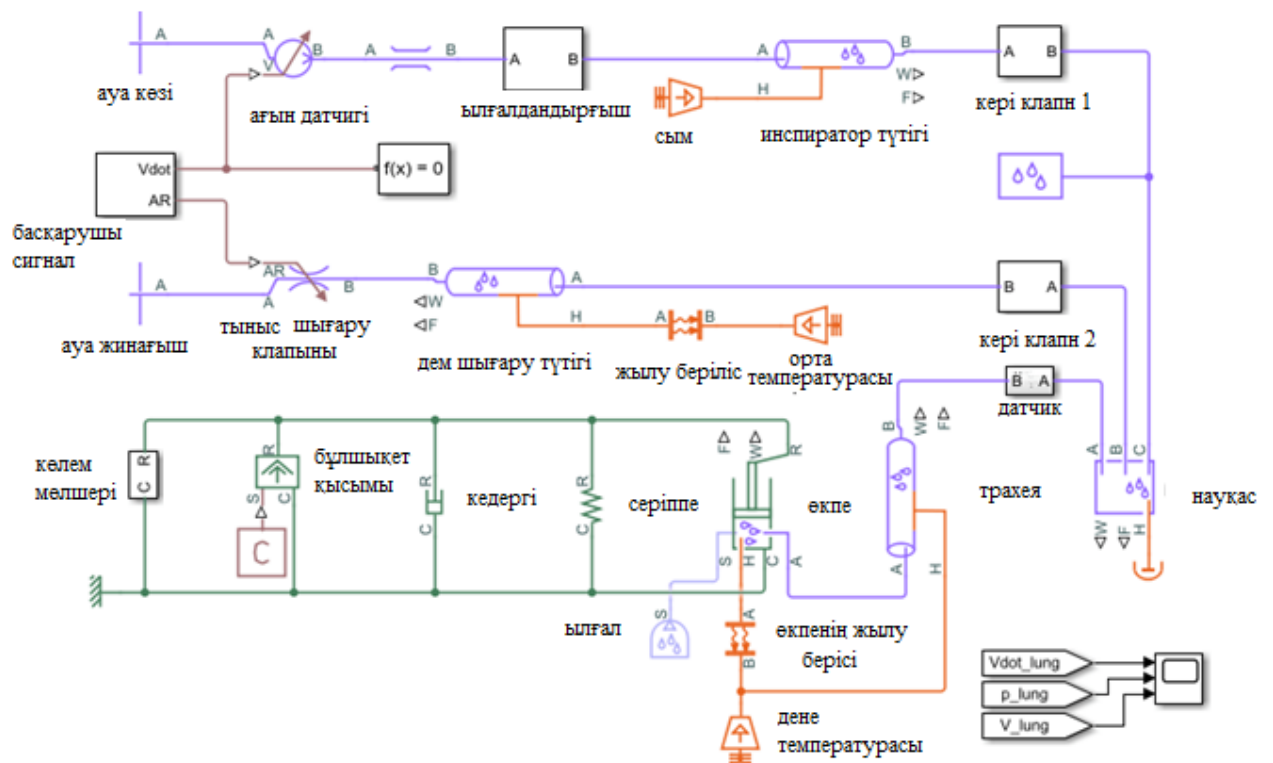
Volumetric Flow Rate Sensor блогы ылғалды ауа желісіндегі көлем ағынын өлшейтін ағын датчигы болып табылады.

Ағынның жылдамдығы ауыспалы айнымалы болғандықтан, блогты өлшенетін құрамдас бөлікке тізбектей қосу керек.

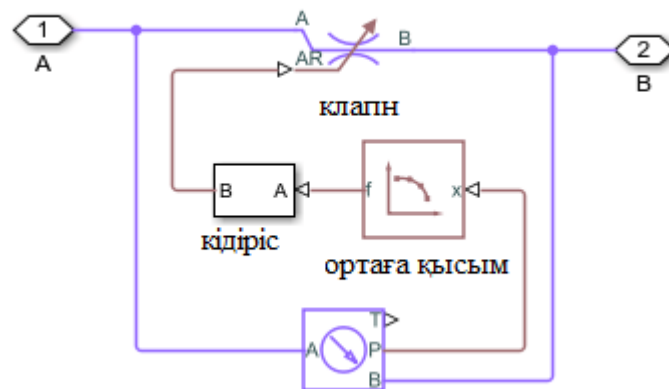
А және В порттарының өзара бағдары өлшемнің белгісін белгілейді. Ағын А портынан В портына дейін болса, белгі оң болады. Порт қосылымдарын ауыстыру өлшем белгісін өзгертеді.

Физикалық сигнал порты V таратқыш арқылы ағынын шығарады. Шығу физикалық сигналды Simulink® сигналына түрлендіру үшін, мысалы, график құру немесе кеңейтілген деректерді өңдеу үшін осы портты PS-Simulink түрлендіргіш блогына қосу керек.

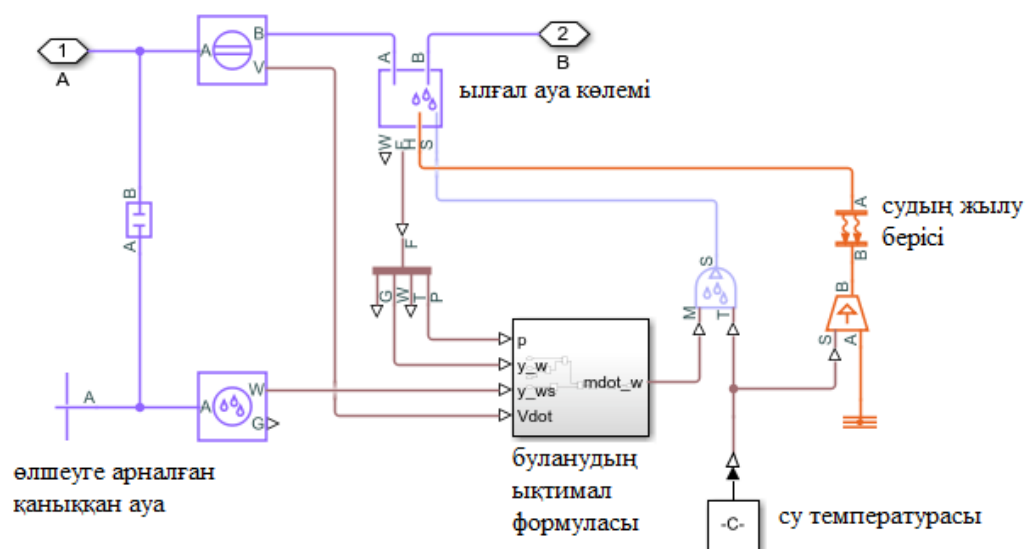
Бұл мысал медициналық оң қысымды желдеткіш жүйесін модельдейді. Науқасқа алдын ала белгіленген ағын жылдамдығы беріледі. Өкпе ылғалды ауа қысымын трансляциялық қозғалысқа түрлендіретін трансляциялық механикалық түрлендіргіштің көмегімен модельденеді. Интерфейстің көлденең қимасының ауданын бірлікке орнату арқылы механикалық трансляциялық желідегі орын ауыстыру көлемнің өлшеміне, күш қысымның өлшеміне, серіппе тұрақтысы тыныс алу серпімділігінің өлшеміне, ал демпферлік коэффициенттің өлшеміне айналады.



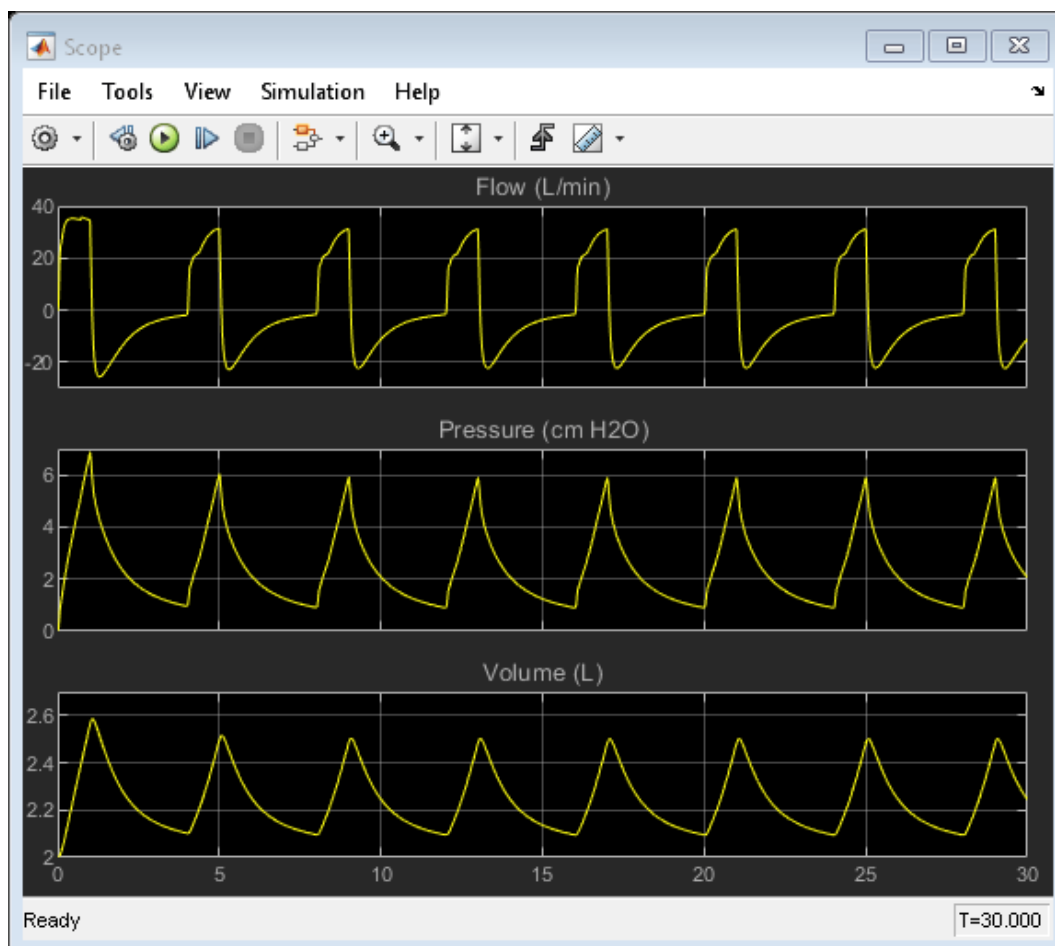
2.8 Сурет – Matlab ортасында модельдеу



2.9 Сурет – Кері клапанның ішкіжүйесі



2.10 Сурет – Белсенді ылғалдандырғыштың ішкі жүйесі

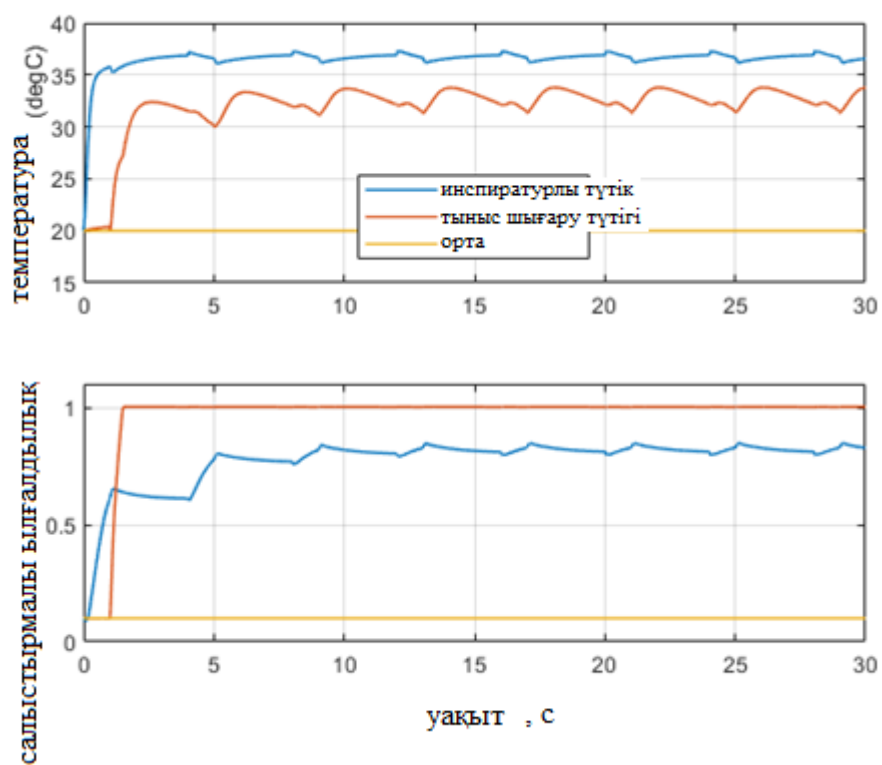


2.11 Сурет – Модельдеудің осциллографтағы нәтижесі

Flow – ағын; Pressure – қысым; Volume – көлем.

Simscape Logging алынған модельдеу нәтижелері

Бұл графикте тыныс алу және дем шығару түтіктері арқылы өтетін ауаның температурасы мен салыстырмалы ылғалдылығы көрсетілген. Бөлмедегі ауаны науқасқа жеткізер алдында қыздырып, ылғалдандырады.



2.12 Сурет – Simscape Logging алынған модельдеу нәтижелері

ҚОРЫТЫНДЫ

Жасанды тыныс алу аппаратарын қолдану емханалар мен перзентханалардан бастап клиникалар мен ғылыми орталықтарға дейін тиісті сипаттамалары бар вентиляторлармен медициналық мекемелердің кең желісін жабдықтау маңыздылығын негіздейді, бұл өз кезегінде желдету өндірісін дамыту мен ұйымдастыруды қажет етеді. Механикалық желдетуді қолдану көрсеткіштерінің үнемі кеңеюі, әлемдік нарықта қол жетімді көптеген модельдер және оларды өндіруге жаңа кәсіпорындар мен фирмаларды тарту - мұның бәрі жасанды тыныс алу құрылғыларының өндірісін бірі ретінде қарастыруға мүмкіндік береді және медициналық техника өнеркәсібінің ең перспективалы бағыттары және осы салаға мамандардың назарын аударады.

ӨЖЖ - бірнеше клапандар мен датчиктері, сондай-ақ қажетті басқару алгоритмдерін жүзеге асыру үшін процессорды пайдаланатын салыстырмалы түрде күрделі жүйе. Таңдалған жұмыс режиміне байланысты желдеткіш кейбір алдын ала белгіленген қажетті сигналдарға сәйкес келетін қысым, көлем немесе ағын сигналдарымен дем алатын ауаны беруі керек. Демек, желдеткіш - бұл шығыс ағыны белгілі бір сипаттамалары бар оттегімен байытылған ауа ағыны болып табылатын басқару жүйесі [15].

Күрделі тыныс алу схемалары қолданылатын түтіктердің, ылғалдандырғыштардың, сүзгілердің және адаптерлердің әртүрлі түрлеріне байланысты құрамының кең ауқымды өзгермелілігіне ие. Бұл жиі ағып кетулер мен кемшіліктерге әкеледі, сондықтан тыныс алу жиілігі кейде науқасқа нақты жеткен ағын жылдамдығынан айтарлықтай ерекшеленеді. Бұл дем шығару жылдамдығына да қатысты. Ауа ағынын өлшеуге ауа температурасының, ылғалдылықтың және тыныс алу газының құрамының тұрақты өзгеруі, сондай-ақ түтіктердің және экспираторлық/проксимальды зондтардың қақырықпен, қоздырғыштармен және қанмен ластануы кедергі келтіреді. Бұрынғы техникалық шектеулерге байланысты тыныс алу және дем шығару жиілігін вентилятор ішінде өлшеу жүргізілді. Кейде нақты желдетілетін мәндерден айтарлықтай ауытқыған өрескел ағын мәндері күрделі және жиі дұрыс емес өтемақы алгоритмдерін қолдану арқылы мүмкіндігінше түзетілді. Бұл техникалық мәселеге қарсы тұру үшін тыныс алу ағыны енді науқасқа мүмкіндігінше жақын өлшенеді.

Ағын датчигі керемет өлшеу дәлдігін және сигналды өндеудің қысқа уақытын, сондай-ақ жоғары сенімділікті ұсынады. Датчик тыныс алу цикліне пневматикалық қосылуға арналған стандартты медициналық конустармен жабдықталған және жеңіл және ыңғайлы электр қосылымы үшін механикалық интерфейсі бар. Массалық шығын өлшегіштерінің өнімділік сипаттамалары оларды неонаталдық және педиатриялық жүйелеріндегі ағынды өлшеу, ауруханалардағы желдету, төтенше жағдайлар және үйде күтім жасау үшін қолайлы.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Брыгин П. А. Методы и режимы современной искусственной вентиляции легких,- М., 1998.- 57 с.
- 2 Гриппы М. А. Патофизиология легких.- М.: Восточная книжная компания, 1997.- 344 с.
- 3 Канус И. И., Олецкий В. Э. Современные режимы искусственной вентиляции легких: Учебно-методическое пособие.- Минск: БелМА-ПО, 2004.- 64 с.
- 4 Кассиль В. Л., Выжигина М. А., Лескин Г. С. Искусственная и вспомогательная вентиляция легких.-М.: Медицина, 2004.- 480 с.
- 5 Кассиль В. Л., Лескин Г. С., Выжигина М. А. Респираторная поддержка.- М.: Медицина, 1997.- 320 с.
- 6 Колесниченко А. П., Грицан А. И. Основы респираторной поддержки в анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии.- Красноярск: КрасГМА, 2000.-216 с.
- 7 Кулен Р., Гуттман Й., Россент Р. Новые методы вспомогательной вентиляции легких.- М.: Медицина, 2004.- 144 с.
- 8 Горячев, А. С. Основы ИВЛ / А. С. Горячев, И. А. Савин. – Москва : Медиздат, 2009. – 254 с.
- 9 Гальперин, Ю. С. Наркозно-дыхательная аппаратура. Устройство, назначение, эксплуатация / Ю. С. Гальперин, Р. И. Бурлаков. – Москва : ЗАО «ВНИИМП-ВИТА», 2002. – 298 с.
- 10 Мониторинг в анестезиологии и реанимации / Р. И. Бурлаков, Ю. Г. Смирлин, Л. Ш. Розенблат и др. ; ЗАО «ВНИИМП-ВИТА». – Москва, 2002. – 214 с.
- 11 Корневский, Н. А. Биотехнические системы медицинского назначения : учебник / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей. – Старый Оскол : ТНТ, 2013. – 688 с.
- 12 Сатишур, О. Е. Механическая вентиляция лёгких / О. Е. Сатишур. – Москва : Медицинская литература, 2006. – 352 с.
- 13 Механическая вентиляция легких. / О. Е. Сатишур. — М.: Мед. лит., 2006. — 352 с
- 14 Основы ИВЛ / А.С. Горячев, И.А. Савин., аксиом графикс юнион, Москва, 2016. 258 с.
- 15 Искусственная и вспомогательная вентиляция легких. / Кассиль В.Л., Выжигина М.А., Лескин Г.С. — М.: Медицина, 2004. — 480 с: ил.
- 16 Царенко, С. В. Практический курс ИВЛ / С. В.Царенко. – М.:Медицина, 2007. –ISBN 5-225-03892-1, 160с.