

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ



SATBAYEV
UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Тұрған Әсем Жұмаділләқызы

«Су ортасының ластануын өлшеуге арналған талшықты-оптикалық
датчиктерді әзірлеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071600 – Аспап жасау мамандығы

Алматы 2021



SATBAYEV
UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

РТЖАТҚ кафедра меңгерушісі

техника ғылым кандидаты

Қ.А. Ожикенов

«7» маусым 2021 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Су ортасының ластануын өлшеуге арналған талшықты-оптикалық датчиктерді әзірлеу»

5B071600 – Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындады

Тұрған Әсем

Ғылыми жетекшісі

тех.ғылым магистрі, тьютор

Базарбай Л.

« 7 » маусым 2021 ж.

Алматы 2021



SATBAYEV
UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

5B071600 – Аспап жасау

БЕКІТЕМІН

РТжАТҚ кафедра меңгерушісі
техника ғылым кандидаты

Қ.А. Ожикенов
«23» қаңтар 2021 ж.

ТАПСЫРМА

дипломдық жұмысты орындауға

Білім алушыға Тұрған Әсем Жұмаділліқызы

Тақырыбы: Су ортасының ластануын өлшеуге арналған талшықты-оптикалық датчиктерді әзірлеу

Университет ректорының бұйрығымен бекітілген №2131-б «24» қараша 2020ж. Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «3» маусым 2021 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: Лайлылықты өлшеу әдістері мен құралдарын талдау су сапасының негізгі көрсеткіштері анықтау, судың лайлылығын бақылау әдістері көрсету.

Дипломдық жұмыста әзірленуге жататын мәселелер тізімі:

- а) Өлшеу әдістері мен құралдарын талдау;
- б) Су сапасының негізгі көрсеткіштерін анықтау;
- в) Талшықты-оптикалық датчиктердің белгілі модельдерін талдау;
- г) Судың сапасын өлшеу үшін оптикалық талшықты датчикті әзірлеу.

Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):
14 слайд

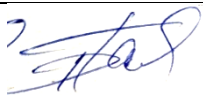
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 21 әдебиеттер тізімі

Дипломдық жобаны дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Теориялық бөлім	22.01 – 15.02.2021 ж.	Орындалды
Есептеу бөлімі	22.01 – 15.02.2021 ж.	Орындалды
Бағдарламалық бөлім	15.03 – 20.04.2021 ж.	Орындалды
Зерттеу бөлімі	15.03 – 20.04.2021 ж.	Орындалды
Қорытынды бөлім	15.04 – 20.05.2021 ж.	Орындалды

Аяқталған дипломдық жобаға және оған қытысты бөлімдерінің кеңесшілері мен қалып бақылаушының
ҚОЛТАҢБАЛАРЫ

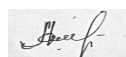
Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекшілер, кеңесшілер, (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қол
Қалып бақылаушы	Н.А. Баянбай, техника ғылымдары магистрі, лектор	07.06.2021 ж.	

Ғылыми жетекшісі



Базарбай Л.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Тұрған Ә.Ж.

Күні

«07» маусым 2021 ж

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыстық тақырыбы – Су ортасының ластануын өлшеуге арналған талшықты-оптикалық датчиктерді әзірлеу. Жұмыстың мақсаты мен міндеті бойынша жалпы талшықты-оптикалық датчиктердің түрлері мен сипаттамалары қарастырылды. Олардың артықшылықтары мен кемшіліктері анықталынды. Салыстырмалар жүргізілді.

Лайлылықты өлшеу әдістері мен құралдарын талдау су сапасының негізгі көрсеткіштері анықталынды, судың лайлылығын бақылау әдістері көрсетілді.

Су ортасының ластануын өлшеуге арналған талшықты-оптикалық датчик әзірленді. Датчикке талдаулар жасалынып, сызбалары берілді.

АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы – Разработка волоконно-оптических датчиков для измерения загрязнения водной среды. По цели и задаче работы рассмотрены виды и характеристики оптоволоконных датчиков в целом. Выявлены их достоинства и недостатки. Проводились сравнения.

Определены основные показатели качества воды, анализ методов и средств измерения мутности, продемонстрировали методы контроля мутности воды.

Разработан волоконно-оптический датчик для измерения загрязнения водной среды. По датчику были сделаны анализы и даны.

ANNOTATION

The topic of the thesis is the development of fiber-optic sensors for measuring water pollution. The types and characteristics of fiber-optic sensors in general for the purpose and task of work are considered. Their advantages and disadvantages are revealed. Comparisons were made.

Analysis of methods and tools for measuring turbidity revealed the main indicators of water quality, demonstrated methods for controlling water turbidity.

A fiber-optic sensor for measuring water pollution has been developed. Analyses were made on the sensor and drawings were given.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Өлшеу әдістері мен құралдарын талдау, лайлылықты анықтаудың жалпы әдістері мен құралдарына жалпы шолу	11
1.1 Лайлылықты өлшеу тарихы	11
1.2 Су сапасының негізгі көрсеткіштері	13
1.2.1 Органолептикалық көрсеткіштер	15
1.2.2 Ауыз су сапасының химиялық көрсеткіштері	16
1.2.3 Су сапасының микробиологиялық көрсеткіштері	16
1.2.4 Бақылау әдістері	17
1.3 Талшықты-оптикалық датчиктердің белгілі модельдерін талдау	18
2 Талшықты-оптикалық датчиктер	23
2.1 Түрлері мен сипаттамалары	24
2.2 Талшықты-оптикалық датчиктерді қолдану	25
2.3 Артықшылықтары және кемшіліктері	26
2.4 Талшықты-оптикалық датчиктердің ерекшеліктері	27
2.5 Пайда болу тарихы	28
3 Су ортасының ластануын өлшеуге арналған талшықты-оптикалық датчикті жобалау	29
3.1 Талшықты оптикалық датчикті жобалау	31
3.2 Датчик құрылғысы	33
3.3 Судың лайлылығын өлшеу әдісі	34
3.4 Датчиктің лайлылықты нефелометриялық өлшеулер тәсілі, 90° бұрышта шашыраңқы жарықпен анықтау	35
3.5 Датчикті калибрлеуді тексеру және калибрлеу	36
3.6 Лайлылық датчикті орнату мүмкіндіктері	38
Қорытынды	39
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	40

КІРІСПЕ

Талшықты оптика бақылауға көмектеседі және дүниежүзілік индустрияландыру салдарынан қоршаған ортаға келтірілген зиянды біршама жеңілдетеді. Қазіргі қоғам жаһандық экологиялық мәселелерге, соның ішінде теңіздеріміздің, су жолдарымыздың, топырақ пен ауаның ластануының өсуіне алаңдаушылық білдіруде.

Талшықты-оптикалық датчиктер арсеналдағы тамаша құрал бола алады, ол теңіздерде жүзіп, жер арқылы ағып, айналамыздағы ауа арқылы өтетін нақты жағдайды көрсету үшін қажет.

Фотонды датчиктер консорциумының болжамдары бойынша, 2022 жылы талшықты-оптикалық датчиктер нарығының 1 миллиард доллардан асады деп күтілуде, бұл 2022 жылдан кейін айтарлықтай өсуді болжайды.

Атап айтқанда, талшықты-оптикалық датчиктер бірнеше жүз шақырымға созылатын құбырлар сияқты ұзын құрылымдарды басқарудың тиімді әдісін ұсынады.

Талшықты оптика телекоммуникацияда ондаған жылдар бойы және сенсорлық әлемде 20 жылдан астам уақыт бойы қолданылып келе жатқанына қарамастан, кейбір салалардағы көптеген адамдар оны әлі де өңделмеген технология деп санайды.

Орнату кезінде талшықты-оптикалық жүйелердің физикалық зақымға ұшырауының нәтижесінде экономикалық тиімді шешім деректерді беру үшін жер астына салынған мыңдаған шақырым талшықты-оптикалық талшықтың астында болуы мүмкін.

Үздіксіз талшық көптеген деректер нүктелерін пайдалануға мүмкіндік береді және қымбат, бүлінген кезде барлық деректерді жоғалтатын дискретті датчиктерге әлдеқайда сенімді балама ұсынады.

Қуатты қажет етпейтін оптикалық желіде пассивті талшықты сенсорлық датчикті қолдану табиғи апат жағдайында да бақылауға мүмкіндік береді. "Мұның бәрі - датчик сияқты жұмыс істейтін талшықты бақылау үшін сауалнама жүйесіне арналған кішкентай, батареямен жұмыс істейтін уақытша аймақтың оптикалық рефлектометр (OTDR)", - деді Баррис.

Электрмен жабдықтауға байланысты шектеулерсіз талшықты-оптикалық датчиктер алыс жерлерді басқара алады және электроника жұмыс істей алмайтын және кеңістіктік спектроскопия мүмкін емес қатал жағдайларға төтеп бере алады. Оқу элементі сенсорлық элементке жоғары беріктігі бар оптикалық талшықтың көмегімен қосыла алады және ұзақ қашықтыққа алыстайды; бұл кедергісіз көру жолын қажет ететін кеңістіктік ажыратымдылығы бар спектроскопияға қатысты емес.

Тақырыптың өзектілігі. Қазіргі заманғы электронды өнеркәсіп пен аспап жасауда талшықты-оптикалық өлшеу жүйелері кеңінен қолданылады. Әр түрлі талшықты-оптикалық құрылғылар мен олардың компоненттерін, сондай-ақ тікелей оптикалық талшықтарды өндіру технологияларын құру

және жетілдіру ең өзекті болып табылады. Бұл технологияларды қолдану су ортасының ластануын бақылау үшін шағылысатын жабыны бар ұсақ бөлшектерді өндіруде сұранысқа ие.

Қазақстандағы су қоймаларындағы судың ластануы байқалуда. Іс жүзінде еліміздің барлық аумақтарында су қорларының жетіспеушілігінен және интенсивті өнеркәсіптің өсуінен су шарушылығында оның ластануы орын алады. Қалпына келтіруге табиғи ортаның қабілеттілігінің жетіспеушілігі және жасанды жүктеменің аралығындағы алшақтық, еліміздегі барлық негізгі өзен алаптарының экологиялық жағдайын төмендетуге әкеп соқты.

Судың ластану деңгейі үнемі өсіп отырады. Судың өзін-өзі тазарту қабілеті кейде төгіліп жатқан қалдықтардың мөлшерін үнемі көтере алмайды. Ағымының әсерінен ластану өте тез таралып, жануарлар мен өсімдіктерге бай жерлерге зиянды әсер етіп, үлкен зиян келтіреді. Судың ластануы мен тазалығы әлемнің көптеген елдері үшін, ең алдымен Қазақстан үшін ең проблемалы мәселе болып табылады. Суды тұтыну жыл сайын артып келеді, ал планетада тұщы су қоры шектеулі. Қазақстан – су көздері аз республика, территориясының көп бөлігін шөл, жартылай шөл зоналары алып жатыр. Бір қала тұрғынына шаққандағы үлесті тұтыну тәулігіне 35-150 л-ден (Солтүстік Қазақстан, Қызылорлинская, Алматы, Ақмола облыстары) тәулігіне 450 және одан көп литрге дейін, бұл көрсеткіш тәулігіне 25-59 л аралығында (Батыс Қазақстан, Қызылординская, Ақмола) тәулігіне 200 литрге дейін (Қарағанды облысы). Яғни, ел аймақтарының басым көпшілігінде сумен жабдықтау стандартты талаптың төрттен біріне де жетпейді.

Жобаның мақсаты мен міндеттері

- Өлшеу әдістері мен құралдарын талдау;
- Су сапасының негізгі көрсеткіштерін анықтау;
- Талшықты-оптикалық датчиктердің белгілі модельдерін талдау;
- Судың сапасын өлшеу үшін оптикалық талшықты датчикті әзірлеу.

1 НЕГІЗГІ БӨЛІМ

1.1 Өлшеу әдістері мен құралдарын талдау, лайлылықты өлшеу тарихы

Лайлылық — бұл жарық пен суда қалқымалы бөлшектердің өзара әрекеттесуінің нәтижесі. Абсолютті таза сұйықтық арқылы өтетін жарық сәулесі іс жүзінде өзгеріссіз қалады, дегенмен, тіпті таза суда да молекулалар жарықтың өте кішкентай бұрышқа шашырауын тудырады. Үлгіде қалқымалы қатты бөлшектер болған кезде, үлгінің өтетін жарықпен өзара әрекеттесу нәтижесі бөлшектердің мөлшеріне, пішініне және құрамына, сондай-ақ түсетін жарықтың толқын ұзындығына (түсіне) байланысты болады. Ең кішкентай бөлшектер түскен жарықпен әрекеттескенде, мыналар пайда болады: бөлшек жарық энергиясын сіңіреді, содан кейін өзі нүкте көзіне айналады, барлық бағытта жарық шығарады. Шашыраңқы жарықтың таралуы бөлшектердің мөлшерінің толқын ұзындығына қатынасы арқылы анықталады. Түсетін жарықтың толқын ұзындығынан әлдеқайда аз мөлшердегі ұсақ бөлшектер симметриялы шашырау береді, алға және артқа шығарылатын жарық мөлшері бірдей. Бөлшектің әртүрлі жерлерінен шыққан жарық түскен жарықтың өту бағытында жиналатын интерференциялық суреттерін жасайды. Сондықтан "алға" шашыраған жарықтың қарқындылығы "артқа" және басқа бағыттар бойынша шашыраған жарықтың қарқындылығынан үлкен. Сонымен қатар, ұсақ бөлшектер қысқа толқындық жарықты (көк) жақсы таратады, ал ұзын толқындарға (қызыл) әсер етпейді. Сондай-ақ керісінше: үлкен бөлшектер қызыл жарықты көкке қарағанда жақсы таратады.

Шашыраудың таралуы мен қарқындылығына бөлшектердің пішіні мен сыну коэффициенті де әсер етеді. Сфералық бөлшектер сақина немесе ине тәрізді бөлшектерге қарағанда "алға" көбірек жарық таратады. Бұрыш бөлшектердің сыну коэффициентін сипаттайды, оған басқа ортамен, мысалы, сұйықтықпен шекарадан өтетін жарық сәулесі ауытқиды. Шашырау мүмкін болуы үшін бөлшектердің сыну коэффициенті сұйықтықтың сыну коэффициентінен өзгеше болуы керек. Сұйықтық пен қалқымалы бөлшектердің сыну коэффициенттері неғұрлым күшті болса, шашырау соғұрлым күшті болады.

Сондай – ақ қалқымалы (взвешенных) қатты бөлшектер мен сұйықтықтардың түсі шашыраңқы жарықты детекторлау кезінде маңызды. Боялған зат спектрдің көрінетін аймағының белгілі бір диапазондарында Жарық сіңіреді, осылайша өтетін және шағылысқан жарықтың қасиеттерін өзгертеді, сондықтан шашыраған жарықтың бір бөлігі детекторға түспейді.

Бөлшектердің концентрациясының жоғарылауымен жарықтың шашырау қарқындылығы да артады. Шашыраңқы жарық көп бөлшектерге түседі, соның салдарынан бірнеше шашырау мен жарықтың сіңуі болады. Егер бөлшектердің концентрациясы белгілі бір мәннен асып кетсе, онда өтетін және таралған

жарықтың анықталған деңгейі күрт төмендейді. Алынған мән лайлылықты өлшеудің жоғарғы шегі болып табылады. Оптикалық жолдың азаюы жарық көзі мен детектор арасындағы бөлшектердің санын азайтады және өлшеу ауқымын кеңейтуге мүмкіндік береді.

Судың ластануы—бейорганикалық және органикалық жұқа дисперсті қалқымалардың болуына байланысты судың мөлдірлігінің төмендеуін сипаттайтын көрсеткіш. Судың ластануының себебі құмның, саздың, бейорганикалық қосылыстардың (алюминий гидроксиді, түрлі металл карбонаттары), сондай – ақ фито немесе изопланктон сияқты органикалық қоспалардың немесе тірі заттардың болуы болуы мүмкін. Оның себебі темір мен марганец қосылыстарының ауадағы оттегімен тотығуы болуы мүмкін.

Жауын-шашын, су тасқыны, мұздықтардың еруі кезінде судың лайлылығы артады. Әдетте, қыста су объектілеріндегі лайлылық деңгейі ең төмен, көктемде және жазғы жаңбыр кезінде жоғары болады.

Айта кету керек, судың мөлдірлігі тек лайлылыққа ғана емес, сонымен қатар оның түсіне де әсер етеді.

Судың лайлылығы зерттелетін суды стандартты қалқымалармен салыстыру арқылы анықталады.

Дәстүрлі түрде стандартты қалқыма ретінде каолин қалқымасы қолданылды, ал өлшеу нәтижесі литрге немесе текше дециметрге миллиграмммен (каолин) көрсетілді. Қазіргі уақытта формазин қалқымалары стандартты болып табылады, бұл ретте лайлылық ЕМ/литрмен өлшенеді (литрге лайлылық бірлігі, сондай-ақ формазин (ЕМФ) бойынша лайлылық бірлігі, ағылш. FTU, formazine turbidity unit).

Лайлылықты өлшеу үшін фотометриялық әдіс қолданылады (ISO 7027 стандарты, (ағылш. Water quality - Determination of turbidity лайлылықты өлшеу бірлігімен ағылш. FNU (formazine Nephelometric Unit). АҚШ-тың қоршаған ортаны қорғау агенттігі және Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы лайлылықты өлшеу үшін ағылшын бірлігін пайдаланады. NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

Көптеген бірліктер бір-біріне оңай есептеледі:

$$1\text{FTU} = \text{ЕМФ} = 1 \text{ ЕМ}_{\text{л}} = 1\text{FTU} = 1\text{NTU} = 0,13 \text{ мг}_{\text{л}} \quad (1.1)$$

Ауыз судың лайлылығы негізінен лайланған су микроорганизмдерді ультракүлгін залалсыздандыру кезінде қорғайды және бактериялардың көбеюін жеңілдетеді, сонымен қатар эстетикалық себептермен. Мысалы, ДДСҰ денсаулыққа әсер ету тұрғысынан лайлылықты қалыпқа келтірмейді, сыртқы келбеті бойынша лайлылықты 5 NTU-дан аспайтын, ал залалсыздандыру тұрғысынан 1 NTU-дан аспайтын ұсынады.

Лайлылық стандарттары туралы. 1926 жылы Кингсбери мен Кларк формазинді жасады, ол стандартты суспензияларды дайындауға өте ыңғайлы зат болып табылады. Ерітінді 25°C температурада 48 сағат тұрғаннан кейін

лайлы болады. Мінсіз температура мен жарықтандыру жағдайында бұл қоспаны $\pm 1\%$ дәлдікпен бірнеше рет дайындауға болады. Формазин–бақыланатын бастапқы заттардан дайындалатын жалғыз стандарт. Барлық басқа стандарттар, балама немесе қайталама формазин бойынша бақылануы керек. Формазин суспензиясының тікелей синтезі нәтижесінде алынған лайлылықтың бастапқы стандарттары су шаруашылығы мен басқа да байланысты салаларда қабылданған .

Формазиннің бірнеше қасиеттері бар, олар оны турбидиметрия үшін мінсіз стандартқа айналдырады. Біріншіден, оны бақыланатын бастапқы заттардан көбейтуге болады. Екіншіден, турбидиметриядағы стандарт үшін физикалық қасиеттер қажет. Формазин–бұл әртүрлі конфигурацияларда бүктелген әртүрлі ұзындықтағы тізбектерден тұратын полимер. Бұл 0,1-ден 10 мкм-ге дейін фирмалар мен бөлшектердің кең спектрін береді. Бөлшектердің мөлшерін бөлуді зерттеу әртүрлі стандарттарда тұрақты емес таралуды көрсетеді, бірақ нефелометриялық анықтамалардың статистикасы көбейтіледі. Бөлшектердің көптеген формалары мен өлшемдері нақты үлгілердегі бөлшектердің мүмкін болатын өлшемдері мен пішіндерімен жақсы аналитикалық түрде үйлеседі.

Формазин суспензиясындағы ақ жарықтың шашырауының жақсы репродуктивтілігіне байланысты жарық көзі ретінде қыздыру лампасын қолданатын құрылғылар жоғары дәлдікпен және жақсы репродукциямен калибрленеді. Формазинге негізделген стандарттардағы бөлшектердің формалары мен өлшемдерінің әртүрлілігі барлық типтер мен модельдердің турбидиметрлерінде статистикалық түрде шығарылатын жарықтың шашырауына әкеледі. Шашырау репродуктивтілігінің және формазинді дайындау процесін бақылау мүмкіндігінің арқасында турбидиметрлерді калибрлеу әдістері мен тиімділік өлшемдері барлық жерде осы стандартқа келтірілді.

1.2 Су сапасының негізгі көрсеткіштері

Санитарлық нормаларға сәйкес ауыз су эпидемиологиялық және радиациялық тұрғыдан қауіпсіз, химиялық құрамы жағынан зиянсыз және жағымды органолептикалық қасиеттерге ие болуы керек. Сондықтан, сіздің су көзіңізден судың сапасын тексерген жөн - судың сапасын санитарлық нормалар мен ауыз су ережелерінің талаптарына сәйкестігіне талдау жасау. Ұңғымадан немесе құдықтан суды тазарту жүйесін таңдау үшін суды кем дегенде 15 негізгі көрсеткіш бойынша тексеру керек.

Лайлылық – зерттелетін суды тиісті түрде дайындалған үлгілермен салыстыру арқылы Бэйлистің лайланғыш өлшегішімен анықталатын су сапасының көрсеткіші. Лайлылық бірлігі ретінде 1 мг кизельгур суспензиясы

немесе каолин 1дм³ дистилденген суға қосылған кезде пайда болатын лайлылық қабылданады.

Түсі – түс бірліктерінде, яғни платина-кобальт шкаласында көрсетілген су сапасының көрсеткіші. Судың түсі ағынды сулармен, топырақтан органикалық заттармен, темір қосылыстарымен, коллоидтармен немесе гүлденумен бірге суға түсетін түрлі-түсті заттардың болуына байланысты.

Иісі – иіс күші шкаласының негізінде иіс сезу арқылы органолептикалық әдіспен анықталатын су сапасының көрсеткіші; суық немесе ыстық күйде орнатылады;



1 Сурет – Су сапасының көрсеткіштері

Су сәйкес келуі тиіс талаптар (нормативтер) Қазақстанның санитарлық нормалары мен ережелерінде (СанПиН) және Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының (ДДСҰ) халықаралық стандарттарында көрсетілген.

Табиғи судың сапасы дегеніміз оның құрамы мен қасиеттерінің сипаттамасы, оның суды пайдаланудың нақты түрлеріне жарамдылығын анықтайды, бұл ретте сапа критерийлері судың сапасын бағалау жүргізілетін белгілерді білдіреді.

1.2.1 Органолептикалық көрсеткіштер

Судың қасиеттерімен кез-келген танысу органолептикалық көрсеткіштерді анықтаудан басталады, яғни біз оларды анықтау үшін сезім мүшелерін қолданамыз (көру, иіс, дәм).

Органолептикалық бағалау судың құрамы туралы көптеген тікелей және жанама ақпарат береді. Бұл сипаттамаларға мыналар жатады: түстілігі, лайлылық (мөлдірлік), иіс, дәм, татым.

Лайлылық және ашықтық

Судың лайлылығы әр түрлі шыққан ерімейтін немесе коллоидты Бейорганикалық және органикалық заттардан туындаған жұқа қоспалардың болуымен байланысты.

Сапалық анықтау сипаттамалық түрде жүзеге асырылады: лайлылық байқалмайды, әлсіз опалесценция (шамамен.1), опалесценция, әлсіз лайлы, лайлы немесе қатты лайлы. Лайлылық көбінесе нефелометриялық лайлылық бірліктерде 0-40 НЕФ (NTU), мысалы, ауыз су үшін аз мөлшерде өлшенеді. Үлкен лайлылық жағдайында әдетте формазин бойынша лайлылық бірліктерін өлшеу қолданылады. Өлшеу шегі 40-400 НЕФ.

Судың түсі мен лайлылығы аз болған кезде және оларды анықтау қиын болса, олар "мөлдірлік" көрсеткішін қолданады.

Мөлдірлік өлшемі-су бағанының биіктігі, онда суға түсетін белгілі бір мөлшердегі ақ тақтайшаны байқауға болады (Секка дискісі) немесе ақ қағаздағы белгілі бір өлшем мен типтегі қаріпті (Снеллен шрифті) ажыратуға болады. Нәтижелер сантиметрмен көрсетіледі (кесте.1)

1.2.1 Кесте – Судың мөлдірлігі бойынша сипаттамасы

№	Мөлдірлік	Өлшем бірлігі, см
1	Мөлдір	30-дан астам
2	Аз лайлылық	25-тен 30-ға дейін
3	Орташа лайлылық	20-дан 25-ке дейін
4	Лайлы	10-нан 20-ға дейін
5	Аса лайлы	10-нан кем

Лайлылық судың сыртқы түріне теріс әсер етіп қана қоймайды. Жоғары ластанудың негізгі теріс салдары – бұл ультракүлгін залалсыздандыру кезінде микроорганизмдерді қорғайды және бактериялардың өсуін ынталандырады. Суды дезинфекциялау жүргізілген барлық жағдайларда, бұл процедураның жоғары тиімділігін қамтамасыз ету үшін лайлылық минималды болуы керек. Ауыз судың сапасына қойылатын гигиеналық талаптарға сәйкес, каолин үшін лайлылық 1,5 мг/л-ден аспауы керек.

1.2.2 Ауыз су сапасының химиялық көрсеткіштері

Химиялық көрсеткіштер судың химиялық құрамын сипаттайды. Бұл көрсеткіштерге рН суының сутегі көрсеткіші, қаттылық пен сілтілік, минералдану (кұрғақ қалдық), анион және катион құрамы (бейорганикалық заттар), органикалық заттардың құрамы жатады.

Судың интегралды ластануын сипаттайтын көрсеткіш, яғни белгілі бір жағдайларда күшті химиялық тотықтырғышпен тотықтыруға қабілетті органикалық және бейорганикалық қоспалардың судағы құрамы. Жоғарыда аталған ластағыштарға негізінен органикалық заттар — жер үсті көздеріндегі су үшін және артезиан ұңғымаларындағы су үшін бейорганикалық иондар (Fe^{2+} , Mn^{2+} және т.б.) жатады.

Судың тотығуының бірнеше түрі бар: перманганат (ПМО), бихромат, иодат. Атаулардан көрініп тұрғандай-бұл жағдайда суды химиялық талдау үшін тиісті тотықтырғыштар қолданылады. Тотығу көрсеткіші- $mгO_2 / л$. Бұл 1 литр судағы заттардың тотығуына жіберілген реагент (тотықтырғыш) мөлшеріне тең миллиграмм оттегінің мөлшері.

Бихроматты тотығудың мөлшері, әдетте, судың ОХҚ (Оттегінің химиялық қажеттілігін) сияқты маңызды көрсеткішін анықтау үшін қолданылады. ОХҚ ластанған табиғи жер үсті суларын, сондай-ақ ағынды суларды сипаттау үшін қолданылады. Бұл көрсеткіш судың биогендік ластану дәрежесін көрсетеді.

Бихроматтың тотығуы бензин, керосин, бензол, толуол және т.б. сияқты химиялық инертті заттарды қоспағанда, органикалық ластағыштардың болуын толық сипаттайтын мән алуға мүмкіндік береді. Бұл көрсеткішті анықтаған кезде органикалық қоспалардың 90% дейін тотығады деп саналады.

Іс жүзінде ауыз суды сипаттау үшін әдетте перманганаттың тотығуы (ПМТ) немесе перманганат индексі (ПМИ) қолданылады. ПМТ мәні неғұрлым жоғары болса, ластаушы заттардың концентрациясы соғұрлым жоғары болады. Перманганаттың тотығу мөлшері бихромат үшін алынған мәннен шамамен 3 есе төмен екенін ескеріңіз.

1.2.3 Су сапасының микробиологиялық көрсеткіштері

Ауыз су қауіпсіздігінің микробиологиялық көрсеткіштеріне жалпы микробтық сан, ішек таяқшасы тобының бактериялары (жалпы колиформды бактериялар мен колифагтар), сульфитредуциялайтын клостридия споралары және лямблия цисталары жатады.

Су көзінің сипаттамаларына байланысты су қауіпсіздігі мақсатында паразитологиялық және радиологиялық көрсеткіштер де тексерілуі мүмкін.

1.2.4 Бақылау әдістері

Қазіргі кезде өндірістік сарқынды сулардағы ластаушы заттардың концентрациясын бақылаудың бірнеше әдісі бар. Олардың әрқайсысы технологиялық процедуралардың белгілі бір дәйектілігін, сондай-ақ суды, құрылғыларды немесе автоматтандырылған жүйелерді талдау үшін немесе басқа жабдықты пайдалануды анықтайды. Қолданылатын бақылау әдістерін келесідей жіктеуге болады:

- ағынды сулардан үнемі қолмен сынама алу және оларды кейіннен зертханалық талдау;

- тікелей сынама алу орнында орнатылған автоматты іріктегіштерді қолдану;

- ағынды сулардың ағымында болатын датчиктерге негізделген мамандандырылған интеллектуалды жүйелерді қолдана отырып, ағынды сулардың мазмұнын үнемі бақылау;

- үздіксіз сынама алуды және олардың құрамына анализ автоматты түрде өндіруді жүзеге асыратын жүйелерді қолдану.

Қолмен сынама алу – бұл мемлекеттік бақылаушы органдар мен су және сарқынды суларды қызмет көрсетушілер қолданатын негізгі әдіс. Үлгілерді іріктеу нақты уақытты, орынды және жағдайды таңдау керек кестелерді қоса, бекітілген бағдарламаларға сәйкес жүзеге асырылады.

Қолмен іріктеу ең көп уақытты алады. Бұл процедураны жеңілдету және оның нәтижелеріне адам факторының әсерін азайту үшін, сынама алу қажет болатын әр түрлі жағдайларды ескеретін арнайы құрылғылар жасалды.

Қолмен сынама алуға арналған құрылғылардың негізгі бөлігі жұмыстың технологиялық бөлігін жеңілдететін мамандандырылған тағамдардан тұрады. Сынаманы алу қажет жерлерде су ағыны оны ыңғайлы жасауға жол бермеуі мүмкін, өйткені ол көбінесе ені бар, бұл қолмен жинауға мүмкіндік бермейді.

Автоматты іріктеу жүйесі – сынама алғыш алдын ала бағдарламаланған алгоритм бойынша бірқатар үлгілерді іріктеуге қабілетті. Талдау үшін әрбір үлгі бағдарламаның қатаң белгіленген уақытында, қатаң бақыланатын уақытта алынады.



Алдын ала бағдарламаланған алгоритм бойынша бірқатар үлгілерді іріктеуге қабілетті. Талдау үшін әрбір үлгі бағдарламаның қатаң белгіленген уақытында, қатаң белгіленген көлемде және қажетті ағын тереңдігінен алынады. Бұл әдіс адамның қателіктерін іс жүзінде жоюға мүмкіндік береді. Алынған сынамалар көлемінің дәлдігінің жоғарылауы, сондай-ақ олардың минимизациясы зертханада талдау жүргізу кезінде химиялық реактивтердің шығынын азайтуға мүмкіндік береді.

Автоматты іріктеу станцияларында жиынтығы әр түрлі болуы мүмкін және белгілі бір жерде сынама алу шарттарына байланысты мамандандырылған контейнерлердің белгілі бір санын сақтауға арналған орын қарастырылған. Автоматты сынама алу процесінде ыдыстар толтырылады, герметикалық жабылады және зертханаға берілген көлемде және қажетті ағын тереңдігінде жіберілгенге дейін сақталады. Бұл әдіс адамның қателіктерін іс жүзінде жоюға мүмкіндік береді. Алынған сынамалар көлемінің дәлдігінің жоғарылауы, сондай-ақ олардың минимизациясы зертханада талдау жүргізу кезінде химиялық реактивтердің шығынын азайтуға мүмкіндік береді.

1.3 Талшықты-оптикалық датчиктердің белгілі модельдерін талдау

1.3 Кесте – Талшықты-оптикалық датчиктердің белгілі модельдері

№	Құралдар атауы, бағасы	Суреті	Артықшылығы	Кемшілігі
1	Мутномер-Турбидиметр ИМП 2А 479 880 тг		Автономия; Иллюминаторлардың автономдығы; Ластануға төзімділігі болып табылады; Жылдамдығы; Қарапайымдылығы;	Жарық ағынының әлсіз болуы
2	Инфрақызыл турбидиметр Aqualytic AL250T-IR 359 175 тг		Шашыраңқы жарықты 90° бұрышпен өлшеуі; Өлшеу диапазоны 0.01-ден 1100-ге NTU; Әртүрлі орталарға пайдалануға мүмкіндік береді; Боялған сұйықтықтарды өлшеу пайдалану оңай;	Жарық ағынының әлсіз болуы

			Батарея заряды арасындағы 600 сынақ бағаны;	
3	<p>HI 93703 портативті микропроцессорлық турбидиметр 171 569,05 тг</p>		<p>Өлшеу диапазоны: 0-ден 1000 NTU кең диапазонда жұмыс істейді; Екі поддиапазонға бөлінеді: 0-ден 50-ге дейін NTU 0.01 NTU ажыратымдылығы мен және 50-ден 1000-ға дейін NTU;</p> <p>Сәулелену көзі ұзақ қызмет етуі; Сәулеленудің тұрақты қарқындылығын қамтамасыз етеді</p>	сыртқы жарықтың болуы
4	<p>Портативті мутномер TN100IR 372 454 тг</p>		<p>Қарапайым; Өлшеу диапазоны: 0-ден 2000 NTU-ға дейін; 4калибрлеу батырмысы бар; Соңғы калибрлеу деректерін автоматты түрде сақтайды; Өте оңай жұмыс істейді; Батарея және пайдаланушы нұсқаулығы бар; нүкте бойынша автоматты калибрлеу; Батареяны үнемдеу функциясы бар; 200 өлшеу; Үлкен оңай оқылатын дисплей; Дисплейге жайкүйі туралы хабарлама беретін</p>	салыстырмалы түрде жоғары шығындардың болуы

			автодиагностикасы бар;	
5	Портативті турбидиметр Turb 355 T (WTW) 1 320 963.94 тг		Өлшеу диапазоны: 0-ден 1100 NTU дейін; Ыңғайлы; Жеңіл; Оңай жұмыс істейді; Бірінші кезекте > 1 NTU бақылау қосымшалары үшін қолайлы; Қысқа нұсқаулықтары; калибрлеу стандарттары бар.	сыртқы жарықтың болуы
6	2100 Р сериялы лайылық өлшеуіш 127 709,30 тг		Өлшеу диапазоны: 0 - 9.99; 0 - 99.9; 0 – 1000 NTU Бірнеше калибрлеу нұсқаларының болуы; Төмен қуат тұтыну; Диагностиканың кең мүмкіндіктері; Пайдаланудың қарапайымдылығы; Ықшамдылық; 2 жылға кепілдік,	салыстырмалы түрде жоғары шығындардың болуы
7	1720e SC микропроцессорлық лайылық өлшегіш 838 495,38 тг		Өлшеу диапазоны: 0.0001—100 NTU; Ауа көпіршіктерін өтеу функциясы, Патенттелген көпіршікті аулағышты пайдалану арқылы кедергі келтіретін әсердің болмауы; Төмен дайлылықты өлшеу технологиясы SC контроллеріне	салыстырмалы түрде жоғары шығындардың болуы

			тікелей қосылады; Басқа SC сенсорларымен еркін үйлеседі.	
--	--	--	---	--

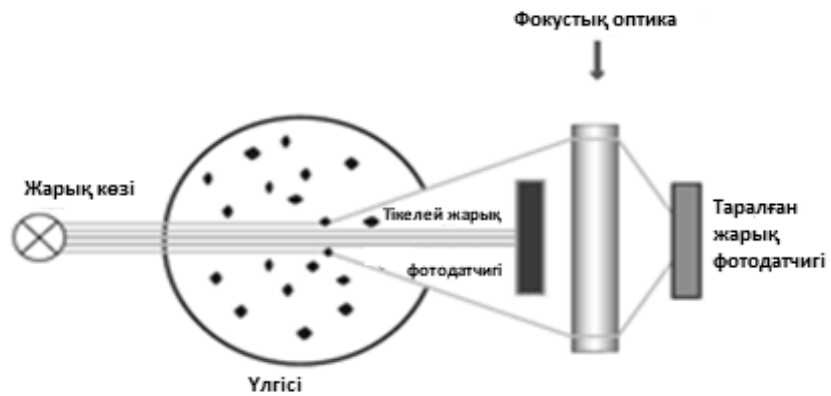
Жарықтың дәл шашырау оптикасы мен корпусының оңтайлы геометриясының үйлесімі кездейсоқ ішкі немесе сыртқы шашыраған жарықтың өлшеулерге теріс әсер етуіне жол бермейді. Үлгінің түсі немесе түсінің өзгеруі сияқты әртүрлі кедергілер өлшенетін мәндерге әсер етпейді. Лайлылықты басқару жүйесі автоматты түрде реттелетін нөлдік қондырғыға ие.

АЖТ-94 Турбидиметриялық сұйықтық анализаторы судың лайлылығын үздіксіз өлшеуге және сұйықтықтарда қалқымалы бөлшектердің концентрациясын бақылауға арналған. ГСО 7271-96 және бақылау суспензияларын пайдалана отырып градуирлеу және тексеру.

ИКО-14 лайлылық өлшегіші (сұйық орталардың лайлылығын талдауыш) техникалық және сарқынды сулардың лайлылығын үздіксіз өлшеуге, сондай-ақ лайлылық параметрі бойынша басқа да сұйықтықтарды бақылауға арналған. Лайлылық өлшегішті (Мутномер) тікелей жұмыс орнында алдын ала градуирленгеннен кейін сұйықтықтардағы қалқыма бөлшектердің концентрациясын өлшегіш ретінде пайдалануға болады.

ИКО-14 лайлылық өлшегіштің жұмыс принципі ИҚ диапазонындағы оптикалық сәулелену бөлшектерінің сұйықтықта қалқымаларды диффузиялық шағылысу шамасын өлшеуге негізделген. Жартылай өткізгіш жарық диодынан ИҚ- сәулесі кварц терезесі арқылы зерттелетін сұйықтық ағынына жіберіледі. Қалқыма бөлшектермен шағылысқан сәуле ішінара сол терезе арқылы датчикке оралып, фото қабылдағышқа түседі. Күшейту және аналогты-сандық түрлендіруден кейін фото қабылдағыштан сигнал электронды блокта орналасқан микропроцессорға беріледі. Микропроцессор алынған сигналды өңдейді және дисплей мен ток шығысына лайлылықтың есептелген мәнін береді.

InPro 8400 турбидиметриялық датчигі 12° бұрышпен шашыраған жарық ағынының ерітіндіден өткен жарық ағынына қатынасын анықтайды. InPro 8400 0...400 FTU (0...100 EBC) қалқыма бөлшектердің төмен концентрациясын анықтауға арналған.



1.3.1 Сурет – Inpro 8400 турбидиметриялық датчиктің жұмыс принципі

Құрылымдық жағынан, датчиктің бұл түрі әртүрлі диаметрлі құбырға тікелей орнатуға арналған ағындық ұяшық болып табылады. Датчик стерилизацияға және "орнында тазалау" (CIP) процедурасының бірнеше рет әсеріне төзімді.

Төменде InPro 8400 датчигінің құрастырма нұсқалары берілген.

Wq770 лайлылықты өлшегіші және WQ710 лайлылықты өлшеуге арналған талшықты-оптикалық датчик. Лайлылықты бақылауға арналған өте дәл датчик бақылау орнында сұйықтыққа тікелей түсе алады. Жер асты және сарқынды суларды сапалы бақылауға, индустриялық бақылауға арналған. Төмен кернеулі кабель қолданылады.

WQ770 лайлылық өлшегіші WQ710 датчигіне біріктірілген. Басқару тақтасында ішкі 9 вольтты батарея бар. Тасымалды портативті лайлылық өлшегіш өлшеу нәтижелерін нефелометриялық бірліктерде (NTU) көрсетеді. Сондай-ақ, құрылғы батарея қуатын үнемдеу үшін автоматты түрде өшіру мүмкіндігіне ие.

2 ТАЛШЫҚТЫ-ОПТИКАЛЫҚ ДАТЧИКТЕР

Талшықты датчиктердің көмегімен қазір мұхиттарды, тіпті ең үлкен 11 км тереңдікте, жер бетіндегі бір нүктеден дискретті тереңдікте не болып жатқанын түсіну үшін зерттеуге болады.

Ашық кеңістіктерде ғарыштық ажыратымдылығы бар спектроскопия және спутниктер немесе ұшақтарға немесе дрондарға орнатылған камералар сияқты алыс датчиктер арасында қатты бәсекелестік бар. Жер астында және су астында таратылған зондтау шынымен бірінші орынға шығады. Ұзақ қашықтықты бақылауға болады, ал зондтау қашықтықтан, деректерді оқу орнынан 100 км қашықтықта жүргізілуі мүмкін.

Талшықты датчиктерді теңіздегі жел электр станцияларына жақын жерде су астындағы бақылау үшін немесе табиғи қорлардың периметрін жерасты бақылау үшін пайдалануға болады.

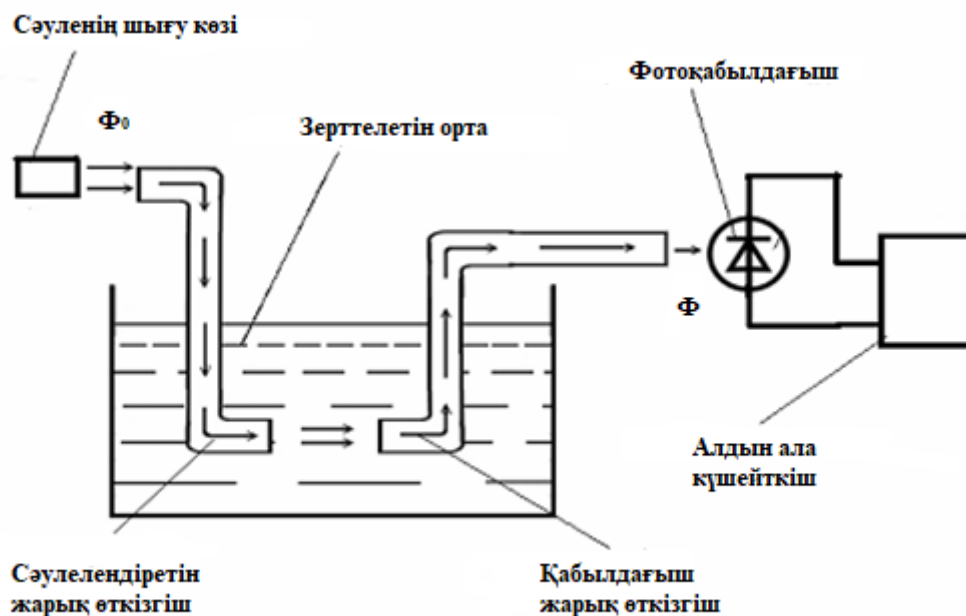
Таратылған талшықты-оптикалық зондтау қарқын алуда, талшықты оптиканың басқа салаларында, соның ішінде Брэгг талшықты торларында, жиілік аймағының оптикалық рефлектометриясында және таратылған акустикалық зондтауда қызықты жетістіктер әлі де қоршаған ортаны зерттеуге жеткіліксіз тартылған және пайдалануды күтеді.

Бұл қосымша әдістер гидрология, гидрогеология, геофизика және қоршаған ортаға қатысты басқа салаларда жоғары дәлдікті, жоғары жиілікті өлшеулерді, соның ішінде жоғары кеңістіктік ажыратымдылықты қажет ететін жаңа қосымшаларды ашуы мүмкін.

Талшықты-оптикалық датчиктерді қолдану тиімділігі кедергілердің және әртүрлі тұрақсыздандыратын факторлардың әсерінен нақты уақыт режимінде бақылау нәтижелерін алу кезінде қол жеткізу қиын аймақтарда бақылау мүмкіндігімен анықталады. Датчиктердің массалық параметрлерін азайту судың күйіне аз әсер етеді.

Талшықты-оптикалық датчиктердің тізбектерін талдау бір арналы және екі арналы талшықты-оптикалық датчиктердің ең қолайлы екенін көрсетеді. Бір арналы талшықты-оптикалық датчикте көзден сәулелену ағыны сәулелі түтік арқылы зерттелетін ортаға жіберіледі (сурет. 2).

Қоршаған ортамен модуляцияланған сәуле қабылдағыш жарық өткізгішпен қабылданады және фотоқабылдағышқа шығарылады. Ақпараттық параметр-бұл фотоқабылдағышқа шығысындағы сигнал амплитудасы. Негізгі кемшіліктер: сәулелену көзінің тұрақсыздығын өлшеу процесіне әсер ету, сыртқы жарықтың болуы, жарық өткізгіштердің ұштарының (торцов) ластануы.



2 Сурет – Бір арналы жарық өткізгіш датчиктің оптикалық сұлбасы

Талшықты оптика саласындағы технологиялық жетістіктер портативті және экстремалды температура мен агрессивті жағдайларға төзімділік сияқты көптеген қосымша артықшылықтарды ұсынады. Бұл әзірлемелер талшықты оптиканы қолдануды арттырады деп күтілуде. Дегенмен, датчик өндірушілері талшықты оптикаға тиісті сенімділікті қамтамасыз ету үшін осы технологиямен таныс емес адамдарға өз өнімдерін ұсынуды жалғастыруы керек.

2.1 Түрлері мен сипаттамалары

Мұндай құрылғылардың барлық санаттарының жалпы жұмыс принципі: жарық сәулесі талшық бойымен қозғалады, ал оның параметрлері Брэгг торларында өзгереді. Алынған өзгерістердің негізінде анықтау жүйесі жұмыс көрсеткіштерінің өзгеруі туралы қорытынды жасайды.



2.1 Сурет – Талшықты - оптикалық датчик

Талшықты-оптикалық датчиктер екі принциптің біреуіне сәйкес жұмыс істей алады:

1. Нүктелік-негізгі элемент ретінде оларда таңдау айналары қолданылады. Жарық сәулесі кең жолақты көзден шығады және тар жолақ түрінде көрінеді. Жарық ағынының қалған бөлігі талшық арқылы беріледі. Бұл сигнал беру опциясы автоматтандырылған желіде бірнеше контроллерді бір уақытта пайдалануға мүмкіндік береді және сигналдың ең дәл берілуін қамтамасыз етеді. Мұндай датчиктерді қысым, температура, діріл және басқа көрсеткіштерді бақылау үшін пайдалануға болады.

2. Таратылған-осы типтегі датчиктер температура деңгейін бақылау үшін қолданылады. Сауалнама құрылғысы лазердің импульсін қоздырады және ол талшық арқылы берілгенде таралады. Нәтижесінде талшықты-оптикалық каналдың әр нүктесіндегі температура қандай екенін анықтауға болады.

Акустикалық датчиктер ұқсас принцип бойынша жұмыс істей алады. Бұл жағдайда анализатор талшықты-оптикалық канал арқылы берілетін сәулеленудің ауытқуын тіркейді. Бұл дыбысты түзетуге және оның көзін анықтауға мүмкіндік береді. Мұндай датчиктерді, мысалы, қол жеткізуді басқару жүйелерінде қолдануға болады-олар рұқсатсыз енуді анықтауға мүмкіндік береді.

Егер датчик сигналды қашықтықта тарату үшін талшықты қолданса, онда ол мультимодты болуы керек. Бір режимді талшық сенсор ретінде қызмет ететін құрылғылар үшін қолданылады.

2.2 Талшықты-оптикалық датчиктерді қолдану

Брэгг торларын қолдана отырып жұмыс істейтін талшықты-оптикалық датчиктер кеңінен қолданылады. Оларды тіпті агрессивті ортада да қолдануға болады, онда құрылғылар үнемі агрессивті сыртқы әсерге ұшырайды.

Талшықты-оптикалық датчиктер қолданылатын бірқатар салаларды тізімдеуге болады:

- тау-кен өнеркәсібі-мұндай құрылғылар шахталық оқпандар мен конвейерлік таспалардың жай-күйін бақылау үшін өрт хабарлағыштарында қолданылады;
- мұнай-газ саласы -аспаптар ұңғымалар мен құбыр желілерінің термомониторингінде қолданылады, температураның тіпті аздаған өзгерістерін лезде бақылап отыруға мүмкіндік береді;
- құрылыс-датчиктер "ақылды үйлер" жүйесінде кеңінен сұранысқа ие, олар тіршілікті қамтамасыз ету жүйелеріне автоматты түрде ден қою үшін әртүрлі көрсеткіштерді қадағалауға мүмкіндік береді. Олар сондай-ақ көпірлерді, жылу құбырларын, инженерлік жүйелерді үнемі бақылау үшін қолданылады;

- авиациялық-ғарыш саласы-жаңа технологиялар корпустардың елеусіз деформацияларын, сондай-ақ температуралық деңгейден ауытқуларды тіркейтін жоғары дәлдікті датчиктерді жасауға мүмкіндік берді;

- электр энергетикасы – датчиктерді электр желілерін бақылау үшін пайдалануға болады.

Талшықты-оптикалық детекторларды өндіру технологиясының дамуы осы құрылғылардың құнын төмендетіп қана қоймай, атиптік емес жағдайларда физикалық шамалардың өзгеруін анықтау үшін әдеттегі тензометрия құралдарын пайдалану мүмкін еместігімен байланысты бірқатар мәселелерді шешуге мүмкіндік берді. Талшықты-оптикалық детекторлардың заманауи конструкциясы қолданылады:

- қауіпсіздік және ескерту жүйелерінде;
- балқыту пештерінің жұмысын бақылау үшін;
- гидротехникалық құрылыстарда ағып кетуді (утечка) анықтау үшін;
- әр түрлі технологиялық процестер кезінде температура мәндерін бақылау;

- өрт дабылы туралы хабарлау жүйелерінде;
- газ және мұнай ұңғымаларын пайдалану тиімділігін арттыру мақсатында;

- терминалдар мен кемелерде сұйытылған табиғи газды сақтауға арналған ыдыстардың герметикалығын бақылау үшін;

- құбырларда ағу және сұйықтық деңгейін бақылау анықталған кезде.

Болашақта мамандар технологияның дамуын жаңа құрылыстарды салу кезінде салынған оптикалық-талшықты жүйелер әр объектінің барлық пайдалану параметрлерінің қажетті диапазонында бақылауды және қолдауды қамтамасыз ете алатындай етіп болжайды. Мұндай тәсіл оқиға туралы жедел хабарлау және жедел қызметтерді шақыруды үйлестіру мәселесін шеше алады.

2.3 Артықшылықтары және кемшіліктері

Өлшеу датчиктерінің басқа түрлерімен салыстырғанда талшықты-оптикалық құрылғылардың бірнеше артықшылығы бар:

- оларды пайдалану үшін электр сымдары қажет емес, ал өндірісте өткізгіш емес материалдар қолданылады. Бұл құрылғыларды датчиктердің басқа санаттарын қолдануға болмайтын жоғары кернеулі жерлерде пайдалануға мүмкіндік береді;

- пайдалану кезінде электр ұшқынының пайда болуы мүмкін емес, сондықтан шахталарда және өрт қауіпті учаскелерде талшықты-оптикалық датчиктерді қолдануға болады;

- мұндай датчиктер найзағайдың жоғары ықтималдығы бар жерлерде орнатылған болса да, жауап берудің жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді. Өздері, олар ортаны электрлендірмейді және оның жұмыс параметрлеріне әсер етпейді;

- датчиктерді құрайтын материалдар агрессивті заттардың әсеріне жауап бермейді және коррозияға ұшырамайды;
- рұқсат етілген жұмыс температурасының диапазоны датчиктердің басқа санаттарына қарағанда әлдеқайда кең;
- мультиплекстеу мүмкіндігі – бірнеше талшықты-оптикалық датчиктерді бір көзге қосу.

Барлық осы артықшылықтар оларды автоматтандырылған жүйелердің жұмыс параметрлерін бақылаудың әмбебап шешіміне айналдырды. Олар іс жүзінде кез келген ортада пайдаланылуы мүмкін, әр түрлі жағымсыз сыртқы әсер ету оларға қорқынышты емес. Олар төтенше жағдайларда қолданылған кезде де бұрмаланбайды.

Кемшіліктерге тек салыстырмалы түрде жоғары шығындар мен шектеулі қолдану мүмкіндіктері жатады.

2.4 Талшықты-оптикалық датчиктердің ерекшеліктері

Оптикалық-талшықты детекторлар-бұл көптеген салаларда заттардың концентрациясын, айналу жылдамдығын, сыну көрсеткішін, механикалық кернеуді, қысымды, сұйықтық деңгейін, температураны, дірілді, үдеуді, кеңістіктегі позицияны анықтау үшін қолданылатын құрылғылар. Датчиктердің оптикалық-талшықты түрі ұзақ уақыт бойы тұрақтылықтың, электромагниттік сипаттағы кедергілерге төзімділіктің, байланыссыз өлшеу мүмкіндігінің және басқа да артықшылықтардың арқасында технологиялық процестер барысында параметрлердің өзгеруін тіркеу үшін кеңінен таралуда.

Белгілі бір әсер ету кезінде аталған шамалар өзгеретін шаманы өлшеу үшін негіз оптикалық талшық арқылы өтетін шағылысқан жарық сәулесінің көрсеткіштерін зерттеу болып табылады.



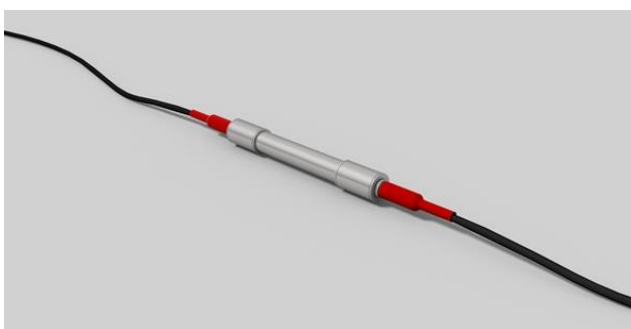
2.4 Сурет – Талшықты - оптикалық датчиктің сыртқы бейнесі

2.5 Пайда болу тарихы

Технологияларды дамыту автоматтандырылған басқару және бақылау жүйелерін әзірлеуді, физикалық шамалардың өзгеруін жоғары дәлдікпен контактілі немесе байланыссыз тәсілмен анықтауға мүмкіндік беретін

сенсорлық элементтерді енгізуді көздейді. Қазіргі заманғы метрологиялық құрылғылардың перспективалық конструкциясына қойылатын басқа талаптардың ішінде мамандар келесілерді атайды:

- беріктік;
- жұмыс үшін аз энергия шығыны;
- деректерді өңдеу үшін микроэлектрондық құрылғылармен бірге қолдану мүмкіндігі;
- тұрақтылық;
- шағын өлшемдер;
- жеңіл салмақ;
- алынатын ақпараттың жоғары сенімділігі;
- аз еңбек сыйымдылығы;
- төмен құны.



2.5 Сурет – Талшықты - оптикалық датчик

Осылайша, бастапқыда байланысты қамтамасыз етуге арналған талшықты-оптикалық сала жарық диоды арқылы өтетін электромагниттік толқындардың параметрлерін зерттеуге және жоғары дәлдіктегі датчиктерді өндіруге негізделген құрылғылар шығарылғанға дейін дамыды.

3 СУ ОРТАСЫНЫҢ ЛАСТАНУЫН ӨЛШЕУГЕ АРНАЛҒАН ТАЛШЫҚТЫ-ОПТИКАЛЫҚ ДАТЧИКТИ ЖОБАЛАУ

Талшықты-оптикалық датчиктер (ТОД) – бұл жүйенің жұмыс көрсеткіштерінің өзгеруін тіркеуге және талшықты-оптикалық арна арқылы сигналды таратуға арналған құрылғылар. Мұндай датчиктерді температура мен механикалық кернеуді бақылау үшін пайдалануға болады, олар қысым, діріл және басқа көрсеткіштерді бақылау үшін де қолданылады. Олар құрылыс саласында, коммуналдық шаруашылықта, тау-кен өнеркәсібінде және т. б. қолданылады.

Осы типтегі датчиктердің жұмысы оптикалық талшыққа негізделген. Бұл жарық ағыны өтетін полимер қабығындағы өзек. Өзегі шыныдан немесе пластиктен жасалған, ол жарық толқындарының сыну коэффициентін жақсарту үшін арнайы қоспалармен жабдықталған.

Талшықты-оптикалық датчиктердің жұмыс принципі сыртқы өзгерістер нәтижесінде сезімтал элементтен алынған сигналды шашыраңқы немесе шағылысқан сәулелену көрсеткіштеріне айналдыруға негізделген. Электрониканың осы саласының мамандары әртүрлі детекторлардағы шығыс параметрі ретінде өлшеуге болатындығын айтады:

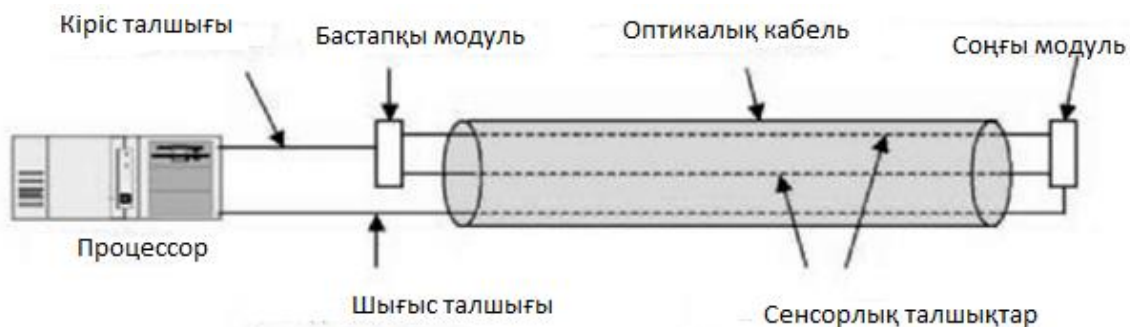
- Сәуле құрамының параметрлерін спектр немесе мода бойынша бөлу.
- Электромагниттік толқын фазасы.
- Поляризация көрсеткіштері.
- Оптикалық толқынның қарқындылығы.

Нысанның қасиеттері мен күйінің өзгеруі туралы сигнал беруге мүмкіндік беретін негізгі элементтердің бірі-оптикалық модуляторлар.

Талшықты-оптикалық детекторлардың жалпы жұмыс принципі – суперлюминесцентті оптикалық көзден немесе лазерден пайда болатын электромагниттік толқын талшық арқылы беріледі. Сонымен қатар, сыртқы факторлардың әсерінен Брэгг торларындағы өзгерістер немесе сигнал қабылданған жерде, оны күшейту және бағалау жүргізілетін анықтау модуліне жететін талшық параметрлерінің шамалы ауытқуы байқалады.

Құрылғының өзі – бұл кішкентай өлшемдері бар құрылғы, оның ерекшелігі-талшық шамалардың өзгеру параметрлерін және сигнал беру желісі ретінде анықтай алатын датчик ретінде әрекет етеді.

Талшықты-оптикалық датчиктер оптикалық талшықты сигнал беру желісі немесе сезімтал элемент ретінде пайдаланады. Ең үлкен сұранысқа оптикалық түрлендіргіші бар датчиктер ие болды. Мұндай жүйе сезімтал оптикалық элементтен, қабылдағыштан және таратқыштан тұрады. Түрлендіргіш қабылдаушы және таратушы талшықтың соңғы бөліктерінің арасына орналастырылады, ал жарық диоды таратқыш рөлін атқара алады. P-i-n-фотодиод жарық детекторы ретінде әрекет етеді.



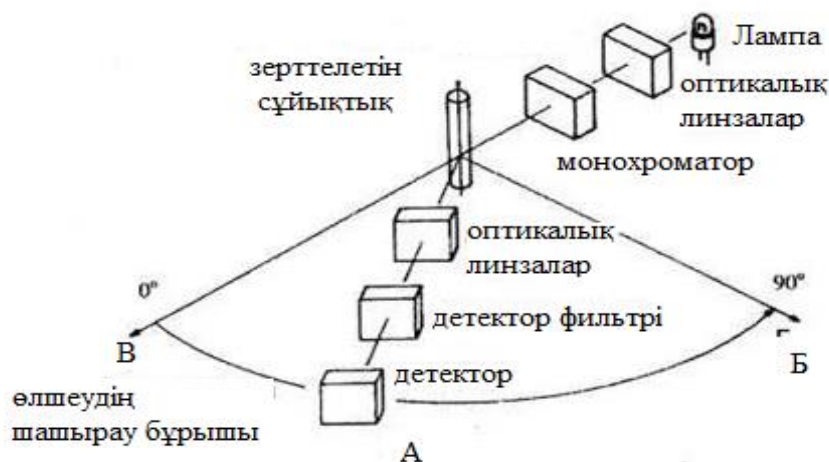
3.1 Сурет – Талшықты – оптикалық датчик

Оптикалық зонд датчиктері бір режимді немесе көп режимді талшықты-оптикалық кабельдерді қолдана алады, ал жарық көзі жарық диоды немесе лазерлік таратқыш болады. Мұндай датчиктер көбінесе контактісіз типті өлшеу үшін қолданылады және ең жоғары дәлдікпен сипатталады.

Талшықты-оптикалық датчиктердің әртүрлі схемаларын зерттеу экспресс-бақылау кезінде жарық өткізгіштердің ұштарын ластауды өлшеу әдістемесін жетілдіру арқылы азайтуға болатындығын көрсетті. Бұл міндет стационарлық бақылау құралдары үшін аса өзекті. Екі арналы датчиктерде де тірек және өлшеу арналарының жарық өткізгіштерінің ұштарының біркелкі емес ластануына байланысты бұл мәселені шешу мүмкін емес.

Сәуле шығарғыш пен фотоқабылдағыштың оптикалық-электронды сипаттамаларының ауытқуына байланысты сәуле шығару көзінің жарық ағынының тұрақсыздығы электронды трактіде өтеледі. Сыртқы жарықтың әсері датчиктің құрастырылмалы орындалуы мен сәуле шығарғыш қуатын арттыру арқылы азаяды.

Зерттеу нәтижелерінен жобаланатын құрылғы үшін бір арналы датчиктің оптикалық схемасы перспективалы болып табылады.



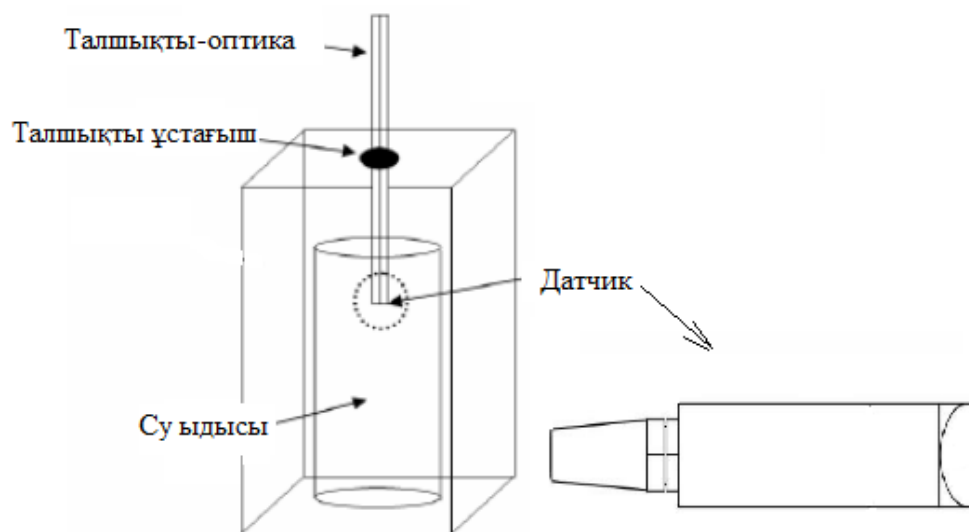
3.2 Сурет – Шашыраңқы жарықты өлшеудің принципі сұлбасы

Жарықтың таралуын әртүрлі бұрыштарда өлшеу ерітіндідегі бөлшектердің мөлшері туралы ақпарат береді. Сонымен қатар, егер таралған заттың бөлшектерінің мөлшері белгілі болса, онда заттың концентрациясын белгіленген өлшеу бұрышында шашыраңқы жарықтың қарқындылығымен анықтауға болады. Антисен – антидененің өзара әрекеттесуіне негізделген әдістер өте ерекше, сондықтан барлық жағдайларда өлшенетіні белгілі. Осыған сүйене отырып, нефелометрияға арналған құрылғылар, әдетте, биологиялық сұйықтықтың белгілі бір компоненттерін, көбінесе жеке ақуыздарды өлшеуге арналған.

3.1 Талшықты - оптикалық датчикті жобалау

Лайлылық датчигі аспапқа қызмет көрсетуде шағын және үнемді. Судағы лайлылық пен қалқымалы бөлшектерді анықтауға арналған.

Датчиктің берік пластикалық корпусы және арнайы тазарту құрылыстарында, су арналарында, кез келген су дайындау және тұрмыстық, сондай-ақ өнеркәсіптік мақсаттағы су тазарту қондырғыларында пайдалануға арналған сенімді кабелі бар.



3.3 Сурет – Талшықты - оптикалық датчиктің судың лайлылығын анықтау

Датчик көлдерде, өзендерде немесе ұңғымаларда экологиялық мониторинг станцияларының құрамында жұмыс істей алады. Төмен энергия тұтынудың арқасында турбидиметрді портативтік аспапқа сенсор ретінде де (экспресс-өлшеулер үшін), сондай-ақ даталоггермен ұзақ уақыт автономды жұмыс істеу үшін де қолдануға рұқсат етіледі.

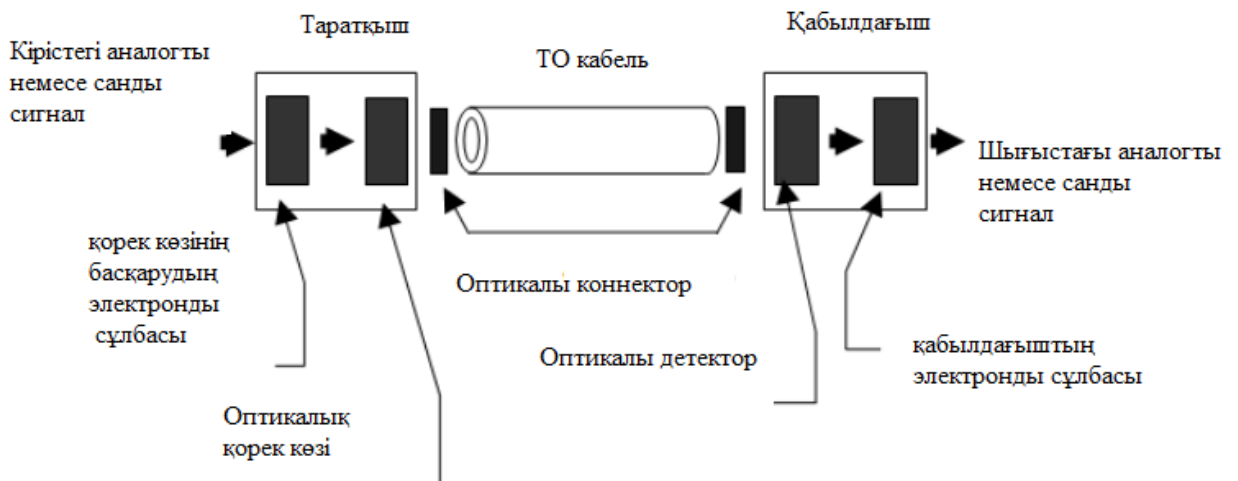


3.4 Сурет – Датчик сызбасы

Датчиктің ерекшеліктері:

- * 90° оптикалық сенсор технологиясы;
- * Автоматты ауыстырып-қосумен 5 өлшеу диапазоны;
- * RS-485 (Modbus) сандық шығыс сигналы;

Лайлылық датчигі-суды тазарту және дайындау жүйелеріндегі судың лайлылығын өлшеу үшін пайдаланылатын заманауи сандық аспап. Лайлылық датчиктің оптикалық сенсоры 0-ден 4000 NTU (4500 мг/л) диапазонында сенімді өлшеулерді қамтамасыз етеді. 10 калибрлі ішкі жадтың болуы жұмысты жеңілдетеді және техникалық қызмет көрсету шығындарын азайтады.



3.5 Сурет – Талшықты - оптикалық беріліс жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Талшықты-оптикалық беру жүйесі-оптикалық толқындар мен сигналдарды қолдана отырып, оптикалық талшықтар (ОТ) арқылы қашықтыққа ақпарат беруге арналған белсенді және пассивті құрылғылардың жиынтығы. Басқаша айтқанда, оптикалық сигналдарды құру, өңдеу және беру үшін оптикалық құрылғылар мен оптикалық тарату желілерінің жиынтығы. Бұл жағдайда оптикалық сигнал лазердің немесе жарық диодының модуляцияланған оптикалық сәулеленуі болып табылады.

Таратқыш электр сигналдарын жарыққа айналдырады. Бұл түрлендіруді жарық шығаратын немесе лазерлік диод болып табылатын көз жүзеге асырады. Электрондық басқару схемасы кіріс сигналын дереккөзді басқаруға қажетті белгілі бір формадағы сигналға түрлендіреді.

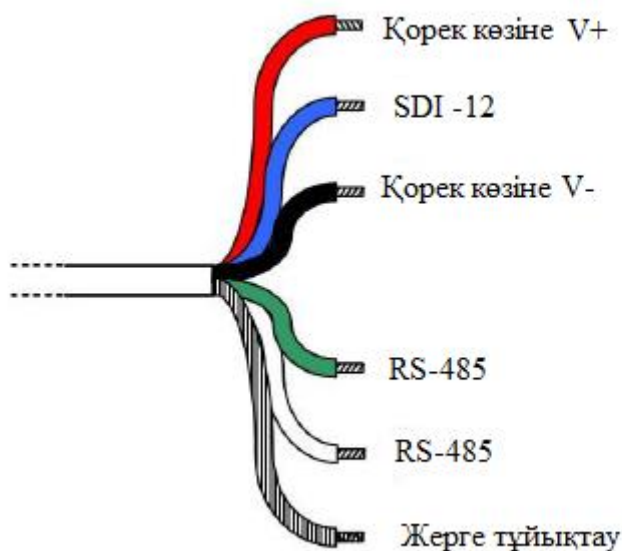
Талшықты-оптикалық кабель-жарық сигналы таралатын орта. Кабель оптикалық талшықтан және қорғаныс қабығынан тұрады.

Қабылдағыш жарық сигналын қабылдауға және оны электр сигналдарына кері түрлендіруге арналған. Оның негізгі бөліктері-сигналды түрлендіру функциясын тікелей орындайтын оптикалық детектор.

Қосқыштар (коннекторлар) талшықты көзге, оптикалық детекторға қосуға және талшықтарды бір-біріне қосуға арналған.

3.2 Датчик құрылғысы

Мутномер корпусы агрессивті орта мен механикалық әсерлерге төзімді берік пластиктен жасалған. Бұл өте маңызды, өйткені ең көп таралған қолданулардың бірі — ағынды суларды бақылау. Датчиктің кабелі арматураланған коннектормен мықтап бекітілген. Кабельдің сыртқы орамасының материалы-полиуретан (PU). Агрессивті орталарға (ағынды сулар) және механикалық әсерлерге төзімді. Суық ауа райында кабель "емен" емес және $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ температурада да икемді болып қалады.



3.6 Сурет – Датчиктің сымдарының қосылу сызбасы

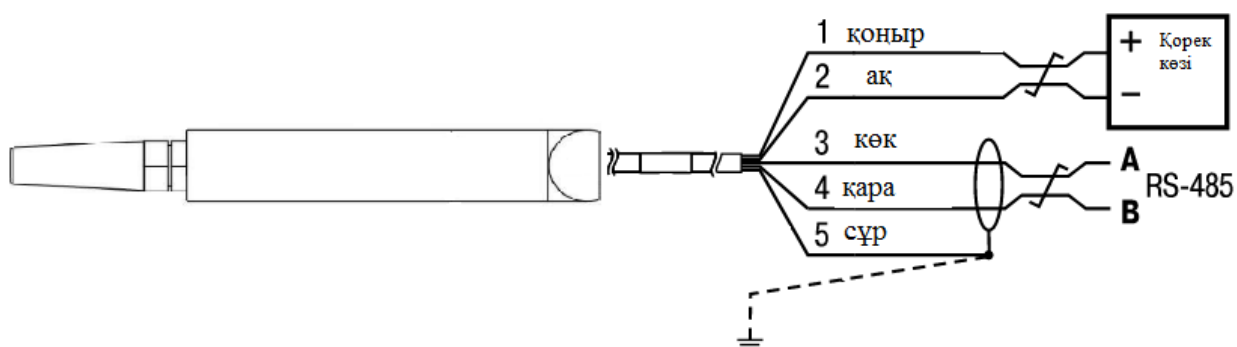
Лайлылық датчигінің корпусында оптикалық сенсор бар, оның жұмыс принципі 90° бұрышта инфрақызыл шашырауы болып табылады. Шашырау 850

нм толқын ұзындығында жүреді. Бұл технология стандартты формазин ерітіндісін қолдана отырып, лайлылық датчикті калибрлеуге мүмкіндік береді.



3.7 Сурет – Оптикалық сенсор

Датчикте сигналды өңдеудің және түрлендірудің заманауи сандық модулі бар. Электроника деректерді судың лайлылығы мен температурасы сенсорларынан алады, оларды RS-485 (Modbus RTU) немесе SDI-12 бірыңғай шығыс сигналдарына айналдырады.



3.8 Сурет – RS-485 (Modbus RTU) бойынша датчикті қосу сұлбасы

Бұл датчикті кез-келген өнеркәсіптік контроллерге тікелей қосуға мүмкіндік береді. Деректерді берудің ашық хаттамасының арқасында оны қосуға болатын кез келген өнеркәсіптік контроллермен үйлесімді.

3.3 Судың лайлылығын өлшеу әдісі

Судың турбидиметрмен ластануын анықтау әдісі-оптикалық 90°. Құрылғы нефелометриялық әдіс негізінде ақпарат береді. Бірақ лайлылық датчигін формазиннің ең көп таралған ерітіндісімен калибрлеуге болады.

Жұмыс қысымы-5 барға дейін, яғни мутномерді 50 метр су астына батыруға болады.

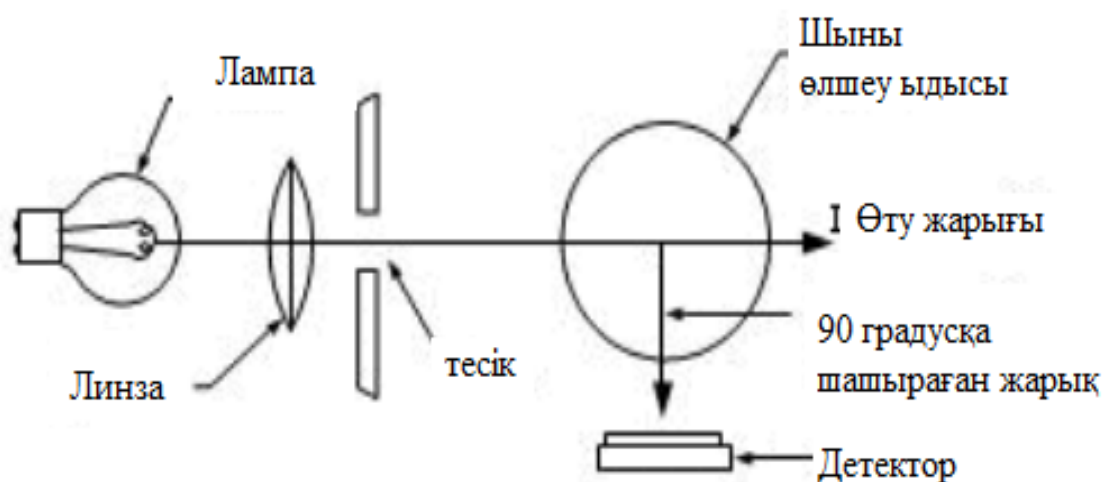
Лайлылық талдағышы автоматты немесе қолмен ауысумен бес өлшеу диапазонына ие. Егер сіз судың лайлылығын қандай диапазонда өлшеу керектігін нақты білсеңіз, онда 5 калибрленген диапазоннан дұрысын таңдай аласыз. Егер нақты деректер болмаса – "автоматты" режимді таңдаңыз және датчик өлшенетін ортаның сапасына бейімделеді.

3.4 Датчиктің лайлылықты нефелометриялық өлшеулер тәсілі, 90° бұрышта шашыраңқы жарықпен анықтау

Нефелометрия-зерттелетін ерітіндінің лайлылық дәрежесін бағалаумен байланысты талдау әдісі. Лайлылық ерітіндіден өтетін жарық сәулелерін шашырататын заттың ең кішкентай қатты бөлшектерін еріткіште өлшеу нәтижесінде пайда болады. Жарықтың шашырау қарқындылығы шашырау бөлшектерінің мөлшері мен санының ұлғаюымен артады.

Бұл үлгі жоғары сұйылтылған ерітінділерде байқалады, бұл заттың концентрациясын ол түзетін ерітінділердің ластану дәрежесіне сәйкес анықтауға мүмкіндік береді.

Мәселенің шешімі-түскен жарыққа бұрышта шашыраған жарық мөлшерін анықтау, содан кейін бұрышта шашыраған жарық мөлшерін үлгінің нақты лайлылығымен байланыстыру. 90° бұрышы бөлшектердің шашырауына ең жоғары сезімталдықты қамтамасыз етеді деп саналады. Көптеген заманауи құрылғылар шашырауды 90° бұрышпен анықтайды.



3.9 Сурет – Датчиктің лайлылықты нефелометриялық өлшеулер тәсілі, 90° бұрышта шашыраңқы жарықпен анықтау

Нефелометриялық өлшеулерде лайлылық 90° бұрышпен шашыраған жарық бойынша анықталады.

Бөлшектердің мөлшері мен концентрациясының кең ауқымында сезімталдығына, дәлдігіне және қолданылуына байланысты нефелометр стандартты әдістерде бұлдырлықты анықтайтын таңдаулы құрал ретінде танылды. Сондай-ақ, NTU нефелометриялық лайлылық бірліктері лайлықты білдірудің таңдаулы бірліктері болды. Американдық қоршаған ортаны қорғау басқармасы жариялаған су мен ағынды суларды химиялық талдау әдістерінде нефелометриялық әдіс нефелометрияны лайлылықты анықтау әдісі ретінде де анықтайды.

Қазіргі уақытта мутномерлерде әртүрлі жарық көздері қолданылады, бірақ ең көп таралған - қыздыру шамы. Мұндай шамдардың кең спектрі бар, олар қарапайым, арзан және сенімді. Шамның жарығы сандық түрде түс температурасымен сипатталады-температура сол түспен жарқырау үшін өте жақсы қара денеге ие болуы керек. Ақ қызудың түс температурасы, демек, шамның жарқыл спектрі шамға қолданылатын кернеуге байланысты. Шамның тұрақты ақ жарқылын алу үшін жақсы реттелетін қуат көзі қажет.

Үлгіде бір типтегі бөлшектер болған жағдайда немесе белгілі сипаттамалары бар жарық көзі қажет болса, нефелометрия үшін монохроматикалық жарық көзін қолдануға болады. Мұндай жарық, мысалы, жарықдиодты шығарады. Жарық диоды әбден қыздырылған жіптермен салыстырғанда спектрдің өте тар аймағында сәуле шығарады. Көрінетін аймақта жарық диодтары қыздыру шамдарымен салыстырғанда тиімдірек болғандықтан, бірдей қарқындылықты алу үшін аз қуат қажет. Тар спектрлік сипаттамалары бар жарық көздерін қолдану кеңеюде. Нефелометрияда лазерлер, сынап шамдары және шам + сүзгі комбинациясы сияқты басқа жарық көздері сирек қолданылады.

Детекторлардың сезімталдығы әртүрлі толқын ұзындығында ерекшеленеді. Нефелометрлерде қолданылатын фотоэлектрондық көбейткіштер спектрдің көк аймағында және ультракүлгін сәуледе спектрлік сезімталдықтың шыңына ие.

Жақсы тұрақтылықты қамтамасыз ету үшін олар тұрақтандырылған жоғары кернеу көзін қажет етеді. Вакуумдық фотодиод ұқсас спектрлік сипаттамаға ие, бірақ фотоэлектрлік көбейткішке қарағанда тұрақты.

3.5 Датчикті калибрлеуді тексеру және калибрлеу

Төмен лайлылық мәндері саласындағы мутномерді калибрлеуді тексеру және калибрлеу процесі әдістемеге де, қоршаған орта жағдайларына да өте сезімтал. Өлшенетін лайлылық деңгейі 1 NTU-ға дейін төмендеген кезде, лайлылықтың жоғары деңгейлерінде аз әсер ететін көпіршіктер мен

ластанулардан болатын кедергілер оң қателіктермен және құрылғыны тексерудің дұрыс емес нәтижелерімен көрсеткіштерге әкелуі мүмкін.

Лайлылық пен жарықтың нефелометриялық шашырауы арасындағы корреляция 0,012-ден 40,0 NTU-ға дейінгі сызықтық тәуелділікпен жақсы сипатталады. Бұл тәуелділік 0,012-ден 1,0 NTU-ға дейінгі лайлылықтың өте төмен мәндерінің аймағын қамтиды. Таза судың 0,012 NTU ретті бұлдырлығы бар, бұл су ерітінділерін қолдану арқылы төменгі мәндерге қол жеткізуге мүмкіндік бермейді. Сызықтық тәуелділік калибрлеу үшін 0,012-ден 40,0 NTU-ға дейінгі барлық диапазонда бір нүктені пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл ретте стандарттардың жоғары дәлдікпен дайындалуы міндетті.

Сәулелендіргіштік энергияның затпен әсерлесуіне қатысты "шашырау" термині әртүрлі құбылыстарды сипаттайды. Бұл жағдайда әрдайым түскен жарықтың таралу бағытының аз немесе аз кездейсоқ өзгеруін білдіреді. Шашырау сәулеленудің толқын ұзындығына, шашыраңқы бөлшектердің мөлшері мен формасына және олардың кеңістікте орналасуына байланысты. Жарықтың қарқындылығы I шашырауға ұшыраған

$$I = I_0 e^{-hl}, \quad (3.1)$$

мұндағы h — экстинкция коэффициенті (лат. *exstinctio* - "сөндіру").

(3.1) теңдеу формасы бойынша Бугер — Ламберт - Бер заңына сәйкес келеді, бірақ айырмашылық мынада: сіңіру көрсеткішінің орнына k экстинк коэффициенті h қолданылады.

Егер жарық сәулесі өтетін орта шашырап қана қоймай, сіңіп кетсе, онда сәулеленің қарқындылығының өзгеруі

$$I = I_0 e^{-(h+k)l}. \quad (3.2)$$

3.6 Лайлылық датчикті орнату мүмкіндіктері

Турбидиметрді орнату оны ашық суқоймада немесе құбырда қозғалмайтын күйде бекітуден тұрады. Бұл үшін бірнеше қосымша опциялар бар:

1. Ашық суқоймаға арналған пластикалық құбырдың соңында датчикті бекітуге арналған адаптер. Арнайы адаптер мутномерді мықтап бекітіп, өлшенген ортада лайлылық датчикті қалдыру үшін жасалған;

2. Пластикалық құбырдың ішіне орнатуға арналған ДУ50 пластик адаптері. Әдетте УЗВ құбырына лайлылық датчикті орнату үшін қолданылады;

3. Мутномерді металл құбырға орнатуға арналған дәнекерленген ниппелі бар металл адаптер. Бұл құрылғыны металл құбырға "кесуге" және лайлылықты өлшеу нүктесін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

3.7 Кесте – Техникалық сипаттамалары

Сенсор немесе өлшеу принципі	Оптикалық
Өлшеу диапазоны	0 ден 4000 NTU (4500 мг/л) дейін
Шығыс сигнал	RS485 (Modbus RTU) және SDI-12
Қуат кернеуі	5-тен 12 В-қа дейін тұрақты ток

Турбидиметрлермен судың лайлылығын анықтау әдісі фотометриялық болып табылады. Өтетін жарықтың әлсіреуін өлшеу кезінде олар турбидиметриялық әдіс туралы, ал шағылысқан жарықтың жарық шашырауын өлшеу кезінде нефелометриялық әдіс туралы айтады. Өлшеудің екі түрі де оптикалық әдістерге қатысты болғандықтан-әдетте 90° немесе 180° оптикалық сенсордың көлбеу бұрышын көрсетеді.

Әзірленген талшықты-оптикалық датчик судың лайлылығын нефелометриялық әдіспен анықтауға мүмкіндік береді және оны стандартты формазин ерітіндісімен калибрлеуге болады.

Датчик әдетте стационарлық лайлылық өлшеуіш ретінде қолданылады. Алайда, лайлылық датчигінің жеңілдігі және оның кабелінің беріктігі оны портативті лайлылық өлшегіш ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Урбандалудың және өнеркәсіптік өндірістің өсуінің үдемелі үрдістері планетаның негізгі өмірлік маңызды ресурстарының бірі болып табылатын ауыз судың ластануының тұрақты ұлғаюына алып келеді.

Табиғи суда бөгде заттар немесе "қатты заттар" араласқан кезде су ластанады. Қатты заттардың жалпы мөлшері суда тоқтатылған немесе еріген және судың белгілі бір бұлттылығымен байланысты материалға жатады. Жалпы тоқтатылған қатты заттар-бұл судағы қатты заттар, мысалы, тұнба, саз, ыдырайтын өсімдіктер мен жануарлар заттары, өнеркәсіптік қалдықтар және ағынды сулар, оларды сүзгіден өткізуге болады. Тоқтатылған қатты заттардың жоғары концентрациясы экологиялық жүйеге және су флорасы мен фаунасына айтарлықтай зиян келтіруі мүмкін. Бұлдырлық-суда тоқтатылған бөлшектердің мөлшерін өлшеу. Лайлылығы өлшейді толқындық процестер әсерінің нәтижесінде өлшенген қатты бөлшектер жарық беретін оларға. Таралған жарықтың жоғары қарқындылығы судың жоғары лайлылығын білдіреді.

Су сапасының көптеген көрсеткіштері бар. Зерттелетін суды одан әрі пайдалану перспективасына байланысты оны талдау қазіргі уақытта қызығушылық тудыратын белгілі бір химиялық немесе физикалық қасиеттер аясында жүзеге асырылады. Өкінішке орай, бір зерттеу аясында барлық сапа параметрлері бойынша қорытынды жасауға мүмкіндік беретін әмбебап құрылғылар әлі жасалған жоқ.

Ағынды сулардың химиялық және бактериологиялық құрамын анықтау өнеркәсіптік тазарту қондырғыларының жұмысын оңтайландыру үшін үлкен маңызға ие. Әрбір тазарту қондырғысы судағы химиялық және биологиялық компоненттердің белгілі бір жиынтығын алып тастауға және сүзуге арналған. Су сапасын аспаптар ағынды сулардың химиялық және биологиялық құрамы туралы ақпарат қолданылатын тазарту әдісінің тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Томышев К.А., Баган В.А., Астапенко В.А. Распределённые волоконнооптические датчики давления для применения в нефтегазовой промышленности. Труды МФТИ. — 2012.— Том 4, № 2. С. 64-72.
- 2 Джеймс Браун. Распределенные системы контроля температуры на базе современных волоконно-оптических датчиков / Джеймс Браун, Денис Рогачев // Геология, геофизика.— 2005.— №1. - С. 5-11
- 3 Буймистряк Г. Я. Принципы построения интеллектуальных волоконно-оптических датчиков // Фотон-Экспресс. 2011. № 6 (43)
- 4 А.И. Сидоров, Основы фотоники: физические принципы и методы преобразование оптических сигналов в устройствах фотоники. Учебное пособие. -СПб: Университет ИТМО, 2014, 150 с.
- 5 Волоконно-оптические датчики. Под ред. Э. Удда. М.: Техносфера. 2008, - 520 с.
- 6 М.Ф. Панов, А.В. Соломонов, Ю. В. Филатов, Физические основы интегральной оптики, - М.: Академия, 2010, 432 с.
- 7 О.Н. Ермаков, Прикладная оптоэлектроника, -М.: Техносфера. 2004, -414 с.
- 8 Адамс М. Введение в теорию оптических волноводов. -М.: Мир, 1984. - 512 с.
- 9 Бусурин В.И., Носов Ю.Р. Волоконно-оптические датчики: Физические основы, вопросы расчета и применения. М.: Энергоатомиздат, 1990.- 256 с.
- 10 Бутусов М. М., Галкин С. Л. Волоконная оптика в судовом приборостроении. Л.: Судостроение, 1990.-82 с.
- 11 Волоконно-оптические датчики/ Окоси Т., Окамото К., Оцу М. и др; Л.: Энергоатомиздат, 1991. -256 с.
- 12 Labs J. Verbindungstechnik für Lichtwellenleiter. -Berlin, Technik, 1989. -287 s. Распределенные волоконно-оптические датчики и измерительные сети/
- 13 Кульчин Ю.Н.. -М: Физматлит, 2001. -272 с. ГОСТ 26599-85. Системы передачи волоконно-оптические. Термины и определения.
- 14 Necht J. , The Story of Fiber Optics. New York, Oxford University Press, 1999. Оптические датчики физических величин. - Материалы НТС.
- 15 Под ред. Г.Я. Буймистряка, Кишинев, 1990. – 35 с. Волоконно-оптическая техника: история, достижения, перспективы : Сборник статей
- 16 Под ред С. А. Дмитриева. Издательство: Connect, 2000. -376 с. Листвин А.В. Оптические волокна для линий связи. –М., Изд. ВЭЛКОМ, 2002.
- 17 Подлепецкий В.И. и др. Микроэлектронные датчики влажности//Зарубежная электронная техника. - 2008. - № 2
- 18 Ismail, N.; Kores, C. C.; Geskus, D.; Pollnau, M. (2016). "Fabry-Pérot resonator: spectral line shapes, generic and related Airy distributions, linewidths, finesses, and performance at low or frequency-dependent reflectivity". Optics Express. 24 (15): 16366–16389

- 19 <http://www.chinacablesbuy.com/what-is-fiber-optic-isolator.html>
- 20 Antipov, S.; Ams, M.; Williams, R.J.; Magi, E.; Withford, M.J.; Fuerbach, A. Direct infrared femtosecond laser inscription of chirped fiber Bragg gratings. *Opt. Express* 2016, 24, 30–40
- 21 "Optical Fiber". www.thefoa.org. The Fiber Optic Association. Retrieved 17 April 2015