

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Жақсыбек Әсет Досымжанұлы

«Қуаты 5кВт озонаторды жел энергиясымен қоректендіру үрдісін зерттеу»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6B07112 - Electronic and Electrical Engineering

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ  
ЭТ ж ҒТ кафедра меңгерушісі  
техн. ғыл. кан  
Е. Таштай  
«30» 05 2024 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Қуаты 5 кВт озонаторды жел энергиясымен қоректендіру үрдісін  
зерттеу»

6B07112 - Electronic and Electrical Engineering

Орындаған:

Ә. Д. Жақсыбек

Рецензент:

Ғ. Дәукеев атындағы АЭЖБУ,  
ЭЖ және ЭМ, PhD докторы  
 Шыныбай Ж.С.

Ғылыми жетекші  
ЭТжҒТ каф. қауым. проф. т.ғ.к.

А.А. Абдыкадыров

«30» 05 2024 ж.

«30» 05 2024 ж.

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті  
Автоматика және ақпараттық технологиялар институты  
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы  
6B07112 Electronic and Electrical Engineering

**БЕКІТЕМІН**  
ЭТ ж ҒТ Кафедра меңгерушісі  
Е. Таштай  
« 30 » 05 2023 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға**

### **ТАПСЫРМА**

Білім алушы Жақсыбек Әсет Досымжанұлы  
Тақырыбы “Қуаты 5кВт озонаторды жел энергиясымен қоректендіру  
үрдісін зерттеу”  
Университет ректорының «4» желтоқсан 2023 ж. №548-П/Ө бұйрығымен  
бекітілген.  
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» сәуір 2024 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1. Озонатор қондырғысын дамытудың тұжырымдамасы;
2. Қуаты 5кВт құрылғының электрлік сұлбасына жұмсалатын КЦ201Е диодтары мен сыйымдылық  $C_1=0.21$  мкФ,  $C_2=0.21$  мкФ және резисторлық  $R=22$  кОм элементтердің экономикалық тиімділігі;
3. Қуаты 5кВт озонаторды баламалы жел энергиясымен қоректендіру тиімділігін анықтау;
4. Озонаторға жоғарғы вольтты электродтардың (нихром, вольфрам немесе темір т.с.с.) параметрлерін таңдау;
5. Қондырғының технологиялық, функционалдық және конструкциялық шешімін анықтау.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Қуаты 5кВт құрылғының электрлік сұлбасы мен генератордың кернеуін және тоғын есептеу;
- ә) Электрлік сұлбадағы элементтердің шамаларын есептеу;
- в) Қуаты 5кВт озонаторды баламалы жел энергиясымен қоректендіру параметрлерін (тоғын, кернеуін және қуатын) есептеу;

г) Қуаты 5кВт озонатордың макетін жыйнап, тәжірибе жұмыстарын жүргізу.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1. Лунин, В.В. Способы получения озона и современные конструкции озонаторов: Учебное пособие / В.В. Лунин, Н.В. Карягин, С.Н. Ткаченко, В.Г. Самойлович. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 216 с.
2. Кравченко, Г.А. Исследование диэлектрических барьеров с короностойким покрытием и разработка высокоресурсных систем электродов генераторов озона: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.09.03 / Кравченко Галина Алексеевна. - Чебоксары, 2013. - 19 с.
3. Бочаров, Ю.Н. Техника высоких напряжений: учеб. пособие / Ю.Н. Бочаров, С.М. Дудкин, В.В. Титков. – СПб.: Изд-во Политехн. Унта, 2013. – 265 с.
4. Власов, В. К. Ветроэнергетические установки : монография / В. К. Власов. Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 316 с.
5. Власов В.К. Ветро двигатели. Теория и практика. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2020. - 226с.
6. Кашкаров А. П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. - М.: ДМК Пресс, 2011. - 144 с.




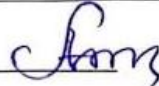
Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау  
КЕСТЕСІ


Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	04.01.2024 - 01.02.2024	орындалды
Теориялық ақпарат	01.02.2024 - 01.03.2024	орындалды
Жабдықтар жұмысының есебі және жұмысты рәсімдеу	01.03.2024 - 30.05.2024	Орындалды

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған

Қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	Абдықадыров А.А. ЭТЖҒТ каф.қауым.проф. т.ғ.к.		30.05.2024
Теориялық ақпарат	Абдықадыров А.А. ЭТЖҒТ каф.қауым.проф. т.ғ.к.		30.05.2024
Норма бақылау	Ақылжан П. ЭТЖҒТ каф. ассистенті		30.05.2024

Ғылыми жетекшісі  Абдықадыров А.А.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Жаксыбек Ә. Д.

Күні «30» 05 2024 ж

## АНДАТПА

Қуаты 5кВт озонаторды жел энергиясымен қоректендіру үрдісін зерттеу жұмысы жасыл энергия көздерінің тиімділігін арттыру және экологиялық таза технологияларды дамыту контекстінде өте маңызды. Бұл жұмыста 5 кВт қуаты бар озонаторлардың жел генераторлары арқылы қуатталу мүмкіндігі толық зерттеледі. Озонаторлар - бұл ауаны тазалау және суды залалсыздандыру үшін қолданылатын құрылғылар, олардың қуаттылығы әсіресе өндірістік және қоғамдық орталарда маңызды. Зерттеу барысында озон өндірісінің тиімділігі, энергия тұтыну деңгейлері, сондай-ақ жел энергиясының тұрақтылығы сынды көрсеткіштер анықталады. Бұл зерттеу жел энергиясын пайдалану арқылы озонаторларды тиімді қоректендірудің әлеуетін кеңейтуге және экологиялық тұрақты технологияларды ілгерілетуге бағытталған.

## АННОТАЦИЯ

Исследование процесса питания озонатора мощностью 5 кВт от ветроэнергии очень важно в контексте повышения эффективности источников зеленой энергии и развития экологически чистых технологий. В этой работе полностью исследуется возможность питания озонаторов мощностью 5 кВт от ветрогенераторов. Озонаторы — это устройства, используемые для очистки воздуха и дезинфекции воды, их мощность особенно важна в промышленных и общественных средах. В ходе исследования будут определены такие показатели, как эффективность производства озона, уровни потребления энергии, а также стабильность ветровой энергии. Это исследование направлено на расширение возможностей эффективного питания озонаторов с использованием ветроэнергии и на продвижение экологически устойчивых технологий.

## ANNOTATION

The study of the process of powering a 5 kW ozonator from wind energy is very important in the context of increasing the efficiency of green energy sources and the development of environmentally friendly technologies. In this work, the possibility of powering 5 kW ozonators from wind turbines is fully investigated. Ozonators are devices used for air purification and water disinfection, their power is especially important in industrial and public environments. The study will determine such indicators as the efficiency of ozone production, energy consumption levels, as well as the stability of wind energy. This research is aimed at expanding the possibilities of effectively powering ozonators using wind energy and promoting environmentally sustainable technologies.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Озонаторды жел энергиясымен қоректендіру үрдісі	9
1.1 Озонаторды жел энергиясымен қоректендіру	11
1.2 Жел генераторларының негізгі түрлері	12
1.3 Савониус роторы бар генераторлар	14
1.4 Дарье роторлы генераторлар	15
1.5 Геликоидты ротор	16
1.6 Көпқанатты ротор	17
1.7 Ортогональды ротор	18
1.8 Горизонтальды жел генераторлары (қанатты)	19
1.9 Парусник түрінде жасалған жел генераторы	21
1.10 Ұшатын жел генераторы	22
2 Жел генераторларын қолдану	24
2.1 Жел генераторларының тиімділігі (ПӘК)	24
2.2 Жел генераторларының құны	26
2.3 Жел генераторларын өндірушілер	28
3 Жел генераторларын таңдау ережесі	30
3.1 Озонаторды энергиямен қамтамасыз ету үшін қажетті энергия мөлшері	30
3.2 Желдің орташа жылдамдығы	31
3.3 Тұрғылықты жердің климаттық ерекшеліктері	33
3.4 Энергияны сақтау үшін батареялардың санын анықтау	34
3.5 Жел генераторларының қалақшаларының қасиеті	35
4 Озонатор қондырғысын дамытудың тұжырымдамасы	39
4.1 Озонатор элементтерінің экономикалық тиімділігі	41
4.2 Озонаторды баламалы жел энергиясымен қоректендіру тиімділігі	41
4.3 Озонатордағы жоғарғы вольтты электродтар	43
4.4 Озонатор қондырғысының технологиялық, функционалдық және конструкциялық шешімі	44
4.5 Озонатор генераторының кернеуін және тоғын есептеу	44
4.6 Электрлік сұлбадағы элементтердің шамалары	45
4.7 Қуаты 5кВт озонаторды баламалы жел энергиясымен қоректендіру параметрлерін (тоғын, кернеуін және қуатын) есептеу	46
Қорытынды	48
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	49

## КІРІСПЕ

Қазіргі заманғы экологиялық мәселелердің күрделенуімен және жаһандық жылыну қаупінің артуымен қоғам жасыл технологияларды жедел дамытуға мәжбүр болуда. Осы орайда, озонаторлардың қолданылуы – бұл өзекті тақырып, өйткені олар ауа мен су сапасын жақсартуда маңызды роль атқарады. Озонаторлар озон газын өндіру арқылы органикалық және бейорганикалық ластанушы заттарды жоюға қабілетті. Дегенмен, озонаторлардың энергия тұтынуы жоғары болып келеді, бұл оларды жиі қолдануды шектеуге әкеледі.

Осы аяда, жел энергиясын пайдалану, озонаторларды қоректендіру үшін тиімді және экологиялық таза альтернатива ретінде ұсынылады. Жел энергиясы көмірсутек шығарындыларын бөлмейтін және шексіз жаңартылатын энергия көзі болып табылады. Осы зерттеу жұмысының мақсаты – 5 кВт қуаты бар озонаторларды жел энергиясы арқылы қоректендіру үрдісін толық зерттеу. Зерттеу барысында жел энергиясының озон өндірісіндегі тиімділігі, оның қуаттылығы мен тұрақтылығы сияқты аспектілері қарастырылады. Бұл бағыттағы табысты зерттеулер озонаторлардың кең ауқымды пайдаланылуын ынталандыруға және жасыл технологияларды дамытуға ықпал етуі мүмкін.



## 1 Озонаторды жел энергиясымен қоректендіру үрдісі

Жаңартылатын энергия көздерінің дамуы және экологиялық таза технологиялардың қажеттілігі заманауи өнеркәсіптің басты міндеттерінің бірі болып табылады. Осы орайда, жел энергиясын пайдалану арқылы электр қуатын өндірудің маңызы арта түсуде. Бұл бөлімде озонаторды жел энергиясы арқылы қоректендіру үрдісі талданады. Озонаторлар, әдетте, ауаны тазарту және суды залалсыздандыру үшін қолданылады, бірақ олардың жұмысы үшін жоғары қуат керек. Жел генераторларының көмегімен озон өндірісін жүргізу техникалық және экологиялық тұрғыдан тиімді шешім болып табылады. Бұл зерттеу жел энергиясын пайдалану арқылы озонаторды қоректендіру жүйесінің дизайнын, орнатылуын және пайдалану шарттарын қамтиды. Сонымен қатар, жүйенің энергия тиімділігін және оның экологиялық әсерін бағалау үшін теориялық және практикалық сынақтар жүргізіледі. Зерттеу нәтижелері жел энергиясының озон өндірісінде қолдану мүмкіндіктерін кеңейтуге және жаңартылатын энергия көздерін басқа өнеркәсіптік қолданымдарға интеграциялауға ықпал етеді.

Жаңартылатын энергия көздерінің интеграциясы бүгінгі таңда жер шарындағы экологиялық мәселелерді шешуде маңызды рөл атқарып келеді. Озон қолданысының көлемінің кеңеюі, атап айтқанда, су мен ауаның сапасын жақсартудағы оның ролі, озон өндіру технологияларына деген сұранысты арттырады. Озонаторлардың энергия қажеттілігі жоғары болғандықтан, жел энергиясы сияқты таза және жаңартылатын энергия көздерін пайдалану оларды қоректендірудің экономикалық тиімді және экологиялық жағынан артықшылықты шешімі болып табылады.

Бұл зерттеудің басты мақсаты - жел энергиясын пайдалана отырып, озонаторларды қоректендіру үрдісінің ғылыми негіздерін айқындау және жүзеге асыру. Осы мақсатта, жел турбиналарының энергия өндірісінің физикалық аспектілері мен озон өндірісі үшін қажет энергияның трансформациясы жөніндегі механизмдері талданады. Сондай-ақ, бұл зерттеу жел энергиясын пайдалану арқылы озон өндірісінің тиімділігін арттыру және жаңартылатын энергия көздерін пайдалану арқылы экологиялық жағдайды жақсартуға қалай ықпал ететіндігін анықтауға бағытталған.

Озонаторлардың өнеркәсіптегі қолданылуы жаңа технологиялардың дамуымен және экологиялық стандарттардың қатаңдауымен бірге кеңейіп келеді. Озон (O<sub>3</sub>) күшті тотықтырғыш ретінде танымал болғандықтан, ол көптеген өнеркәсіптік үрдістерде маңызды рөл атқарады. Озонаторлардың негізгі қолданыс аймақтарын қарастырайық:

Ауыз су мен ағынды суларды залалсыздандыру – озон судағы бактерияларды, вирустарды және басқа да патогенді микроорганизмдерді тиімді түрде жояды. Ол сонымен қатар суда еріген органикалық заттарды тотықтырады, бұл түстің, дәмнің және иістің жақсаруына әкеледі. Мұның арқасында озон су тазалау станцияларында кеңінен қолданылады;

Ауаны тазарту – өнеркәсіптік орталарда ауадағы иістерді жою үшін және волатильді органикалық қосылыстарды (VOCs) бақылау үшін озон

пайдаланылады. Озон бөлмелердегі және өндірістік аймақтардағы ауаны тазарту үшін тиімді, әсіресе жағымсыз иістер мен зиянды газдарды жоюда қолданылады.

Тамақ өндірісі – озон тамақ өнімдерін консервациялау және ұзақ сақтау мерзімін ұзарту үшін қолданылады. Ол микроорганизмдердің өсуін тежейді және тамақтың сапасын жақсартады.

Фармацевтика – озон фармацевтикалық өндірісте стерилизациялау және дезинфекциялау үшін пайдаланылады. Оның күшті тотықтырғыш қасиеттері тазалық және гигиена стандарттарының жоғары талаптарына сай келеді.

Химиялық өнеркәсіп – озон кейбір химиялық реакцияларды жүргізу үшін реагент ретінде қолданылады. Ол органикалық синтезде алынатын өнімдердің тазалығын және реакцияның тиімділігін арттыруға көмектеседі.

Озонаторлардың осы қолданыстары оның өнеркәсіптік маңызын арттырады және оның кең таралуына ықпал етеді. Энергия тиімділігі мен экологиялық тазалығы жоғары жаңартылатын энергия көздерін, мысалы, жел энергиясын пайдалана отырып, озон өндірісін жетілдіру заманауи технологиялардың дамуында маңызды рөл атқаруы мүмкін.

Жаңартылатын энергия көздерінің рөлі қазіргі заманғы қоғамда және экономикада өте маңызды болып табылады. Бұл энергия көздері табиғи ресурстардан шексіз өндірілетін, таза және экологиялық тұрғыдан тұрақты энергияны қамтамасыз етеді. Олардың негізгі рөлдерінің бірнеше аспектілерін қарастырайық:

- Экологиялық тұрақтылық жаңартылатын энергия көздері, мысалы күн, жел, биомасса, геотермалды және гидроэнергия, жанған кезде парниктік газдар шығармайды немесе өте аз шығарады, бұл климаттың өзгеруімен күресте өте маңызды. Олар көмірқышқыл газының атмосфераға шығарылуын азайту арқылы жер шарының жылынуын баяулатуға көмектеседі;

- энергетикалық қауіпсіздік жаңартылатын энергия көздері жергілікті және декарбонизацияланған энергияны қамтамасыз ету арқылы әртүрлі елдердің энергетикалық тәуелсіздігін арттырады. Бұл тәуелсіздік энергия бағасының тұрақтылығын және энергия нарығындағы бәсекелестікті қамтамасыз етеді;

- экономикалық даму жаңартылатын энергия секторлары жаңа жұмыс орындарын жасайды және жергілікті экономикаларды жандандырады. Осы сектордағы инвестициялар энергия өндіру, құрылыс, жабдықтау желілері және қызмет көрсету салаларын қамтиды;

- технологиялық инновация жаңартылатын энергия технологияларының дамуы энергия өндіру, сақтау және тарату жүйелерін жетілдіруге әкеледі. Бұл инновациялар энергия тұтынуды тиімдірек етіп, тұтынушыларға көбірек бақылау және басқару мүмкіндіктерін береді;

- ұзақ мерзімді беріктік жаңартылатын энергия көздері, әсіресе күн және жел, табиғатта шексіз болып табылады, бұл оларды ұзақ мерзімді жоспарлау мен даму үшін тұрақты көздер етеді;

- климаттық мәселелерге жауап жаңартылатын энергияларды пайдалану ауаның сапасын жақсартады және экологиялық қысымды азайтады, бұл ауа

ластануы мен басқа да қоршаған орта мәселелеріне нақты жауап болып табылады.

Осылайша, жаңартылатын энергия көздерін пайдалану бүкіл әлемдегі қоршаған ортаға, экономикаға және қоғамға оң әсер ететін тұрақты және қауіпсіз энергия шешімдерін ұсынады.

### 1.1 Озонаторды жел энергиясымен қоректендіру

Озонаторды жел энергиясымен қоректендіру үшін келесі негізгі қадамдарды орындау қажет.

Жел генераторын таңдау және орнату принципі бойынша озонаторды жел энергиясымен қамтамасыз ету үшін алдымен жел генераторын (жел турбинасын) таңдау керек. Жел генераторының қуаты озонатордың энергия тұтынуына сәйкес келуі тиіс. Жел турбинасын дұрыс желді аймақта орнату қажет.

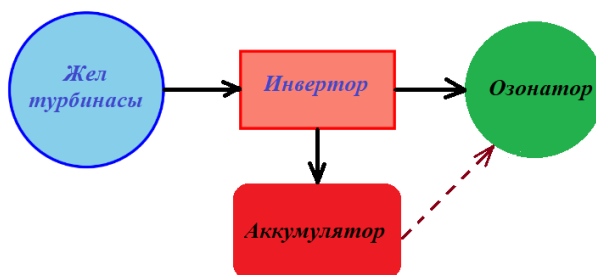
Электр энергиясын жел генераторы арқылы өндірілген электр энергиясы әдетте құбылмалы болып келеді, сондықтан оны стандартты қуат көзі ретінде пайдалану үшін реттеуіш құрылғылар (мысалы, инвертор) қажет. Бұл құрылғы жел турбинасынан шыққан айнымалы токты тұрақты токқа айналдырады.

- Энергия сақтау жүйесі бойынша желсіз кезде де озонатордың жұмысын қамтамасыз ету үшін энергияны сақтау жүйесі қажет. Батареялар (аккумуляторлар) электр энергиясын сақтауға және қажет кезінде оны босатуға мүмкіндік береді;

- қосылымдар мен қауіпсіздік шаралары. Озонатор мен жел генераторын қосу үшін электр қосылымдарын жасау қажет. Бұл қосылымдар қауіпсіз және нормативтік талаптарға сәйкес болуы тиіс. Сонымен қатар, электр қорғаныс құрылғыларын (мысалы, жүктемені автоматты түрде өшіру құрылғысы) орнату қажет;

- жүйені тексеру және пайдалану. Барлық орнату жұмыстары аяқталғаннан кейін жүйені сынақтан өткізу керек. Бұл жүйенің дұрыс жұмыс істеп тұрғанын және энергияны тиімді пайдалануын қамтамасыз етеді.

Осы қадамдарды дұрыс орындау арқылы озонаторды жел энергиясымен тиімді және қауіпсіз қоректендіруге болады (1.1-сурет).



1.1-сурет – Озонаторды жел энергиясымен қоректендіру жүйесі

1.1-суретте жел энергия жүйесінің құрылымдық сұлбасы бейнеленген. Сұлбада төмендегідей элементтер бар:

- Жел турбинасы - бұл элемент көк түсті дөңгелекпен белгіленген және "жел турбинасы" деген жазуы бар. Ол жел энергиясын электр энергиясына айналдырады;

- инвертор кейінгі элемент қызыл түсті төртбұрышпен белгіленген және "инвертор" деген жазуы бар. Инвертор жел турбинасынан шыққан энергияны қабылдап, оны озонаторға және аккумуляторға жібереді;

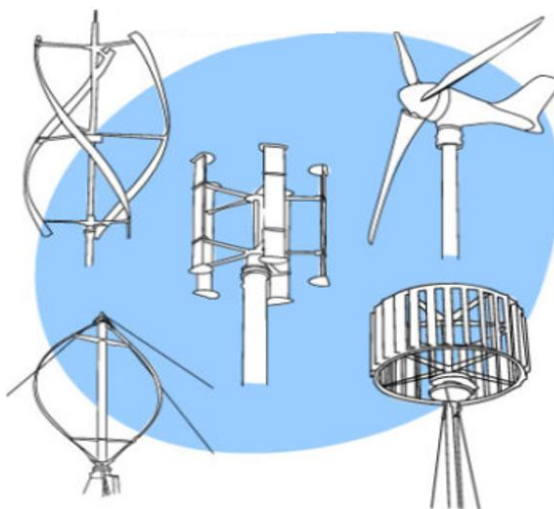
- аккумулятор-сұлбада қызыл түсті төменгі бөлікте орналасқан және "аккумулятор" деген жазуы бар. Ол инвертордан келген энергияны сақтауға арналған. Аккумулятор мен озонатор арасындағы сызық үзілген (үзік сызық), бұл сызық әдетте қосымша байланысты білдіреді;

- озонатор сұлбаның соңғы элементі жасыл түсті дөңгелекпен белгіленген және "озонатор" деген жазуы бар. Озонатор электр энергиясын пайдаланып, озон газын өндіреді.

Сұлбада бағыттаушы көрсеткілер энергияның ағын бағытын білдіреді: жел турбинасынан инверторға, одан озонаторға және аккумуляторға қарай. Аккумулятордан озонаторға дейінгі энергия ағынының үзік сызықпен белгіленуі энергияның осы бағытта жіберілуі шартты немесе қосымша екенін көрсетеді.

## 1.2 Жел генераторларының негізгі түрлері

Жел генераторлары желдің күші мен қуатын пайдаланып, электр энергиясын өндіреді. Адам өмірі электрсіз елестету мүмкін емес, тіпті электр желісінен алыс аудандарда да. Жел энергиясын өндірушілер экологиялық таза энергияның альтернативті көзі ретінде қызмет етеді. Жел генераторлары- желдің кинетикалық энергиясын электр энергиясына түрлендіретін құрылғылар (1.2-сурет).



1.2-сурет – Жел генераторларының модельдері

Жел генераторларының модельдері әртүрлі дизайнға ие, қуаты бойынша ерекшеленеді. Негізгі ротор осінің айналу геометриясына сәйкес олар бөлінеді: Жел генераторларының бірнеше негізгі түрлері бар, олардың әрқайсысының өзіндік ерекшеліктері мен артықшылықтары бар. Негізгі түрлеріне мыналар жатады:

1) Тік (вертикалды) жел генераторлары (WT). Тік түрі - турбина жер жазықтығына қатысты тігінен орналасқан. Ол аздап желмен жұмыс істей бастайды. Олар келесідей бөлінеді:

а) Савониус-айналу үшін желге төзімділікті қолданады. Оның қарапайым дизайны қалалық жағдайларға сәйкес келеді;

б) Дарриус-көтеру күшімен жұмыс істейді, әдетте Савониусқа қарағанда тиімдірек, бірақ оны жасау қиынырақ;

в) Гидротурбин-Дариус пен Савониус ерекшеліктерінің үйлесімі жақсы тиімділік пен тұрақтылықты қамтамасыз етеді.

Желден энергияға дейінгі тік түрлендіргіштер көбінесе тұрмыстық қажеттіліктер үшін қолданылады. Жел генераторларының бұл түрлеріне техникалық қызмет көрсету оңай. Назар аударуды қажет ететін негізгі түйіндер қондырғылардың төменгі жағында орналасқан және қол жетімді.

2) Көлденең (горизонталды) жел генераторлары (WT). Көлденең түрі- ротор осі жер бетіне параллель айналады. Жел энергиясын айнымалы және тұрақты токқа түрлендірудің үлкен қуаты бар. Олар келесідей бөлінеді:

а) бір жүзді-бір жүзі бар, бұл салмақ пен шығынды азайтады, бірақ тепе- теңдік механизмдерін қажет етеді;

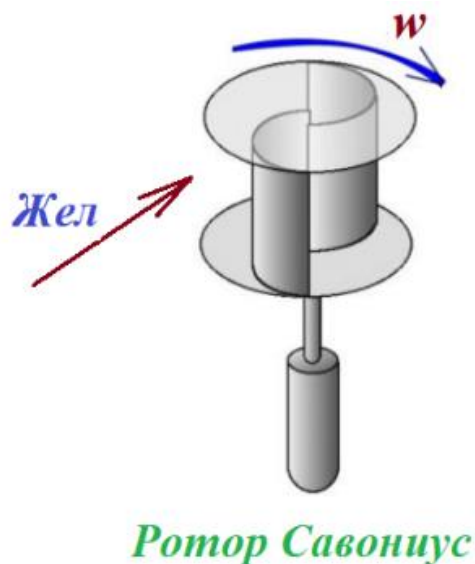
б) екі жүзді-бір жүздіге қарағанда теңдестірілген және тиімдірек, бірақ жоғары діріл тудыруы мүмкін;

в) үш жүзді: ең көп таралған түрі, тиімділік пен тұрақтылық арасындағы оңтайлы тепе-теңдікті қамтамасыз етеді.

### **1.3 Савониус роторы бар генераторлар**

Савониус роторы бар генераторлар - екі цилиндрден тұрады. Тұрақты осьтік айналу және жел ағыны бір - біріне тәуелді емес. Тіпті күрт екпінмен ол бастапқыда берілген жылдамдықпен айналады (1.3-сурет).

Желдің айналу жылдамдығына әсер етпеуі, ол оның жақсы артықшылығы. Нақты айтқанда, ол табиғат күшінің барлық қуатын пайдаланбайды, тек оның үштен бір бөлігін ғана пайдаланады. Жарты цилиндр тәрізді қанаттардың құрылғысы тек ширек айналымда жұмыс істеуге мүмкіндік береді.



1.3-сурет – Савониус роторы бар генераторлар

Савониус роторы бар генераторлар, көбінесе вертикаль осьтік жел генераторларының бір түрі болып табылады және олардың бірқатар маңызды қасиеттері бар:

- Желдің бағытына бейімділік - Савониус роторлары желдің кез келген бағытынан қуат ала алады, яғни оларды орнату орындарының географиялық бағытына байланысты шектеулері жоқ;

- төмен бастапқы жел жылдамдығы - осы типтегі генераторлар желдің төмен жылдамдығында өздерінің айналуын бастай алады, бұл оларды тұрақты емес жел режимдері бар аймақтарда пайдалануға өте ыңғайлы етеді;

- жоғары бастапқы момент-Савониус роторлары жоғары бастапқы момент ұсынады, бұл олардың ауыр жүктерді жұмысқа қосу кезінде тиімділігін арттырады;

- төмен шу деңгейі-бұл генераторлар әдетте өте аз шу шығаратындықтан, оларды тұрғын үй аймақтарында және жұмыс орындарында қолдануға болады;

- қарапайымдылық және төмен қызмет көрсету шығындары-Савониус роторының дизайны қарапайым болғандықтан, оның техникалық қызмет көрсетуі мен жөндеуі өте оңай және арзан;

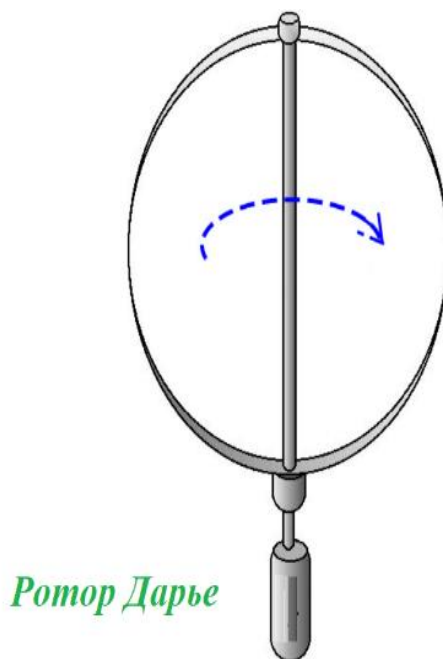
- эстетикалық көрініс-олардың қарапайым, бірақ тартымды дизайны оларды көптеген орталарда, соның ішінде қалалық және қоғамдық кеңістіктерде қолдануға жарамды етеді.

Савониус роторлары бар генераторлардың бұл қасиеттері оларды жел энергиясын пайдалануға ыңғайлы етіп, әртүрлі қолданыстар үшін құндылығын арттырады.

#### 1.4 Дарье роторлы генераторлар



Дарье роторлы генераторлары (1.4-сурет) - екі немесе үш қанаты бар. Оларды орнату оңай. Сонымен қатар құрылымы қарапайым және түсінікті. Қолмен іске қосылғаннан бастап жұмыс істей бастайды.



1.4-сурет – Дарье роторлы генераторлардың жалпы көрінісі

Дарье роторлы генераторлар, әдетте, вертикаль осьтік жел генераторларының бір түрі болып табылады және олардың бірқатар ерекшеліктері бар:

- Жоғары тиімділік ауақыттары - Дарье роторлы генераторлары желдің көп бөлігінде тиімді жұмыс істей алады, себебі олар желдің барлық бағыттарынан тиімді пайдаланады;

- тұрақты айналу жылдамдығы - бұл генераторлар желдің өзгермелі күшіне қарамастан, салыстырмалы түрде тұрақты айналу жылдамдығын ұсына алады, бұл электр қуатының тұрақты өндірісін қамтамасыз етеді;

- күрделі дизайн және орнату - Дарье роторларының күрделі дизайны және орнату үрдісі кейде қиындықтар туғызуы мүмкін, бірақ олардың тиімділігі мен тұрақтылығы бұл кемшіліктерді жеңілдетеді;

- жоғары бастапқы момент - Дарье роторлары желдің төмен жылдамдығында жақсы бастау моментін ұсынады, бұл олардың желдің әлсіз есуінде де қуат өндіруге бейімділігін арттырады;

- эстетикалық көрініс - Дарье генераторларының заманауи және тартымды дизайны оларды қоғамдық және коммерциялық ғимараттарда қолдануға жарамды етеді;

- ұзақ мерзімді пайдалану - олардың берік құрылымы және аз қозғалатын бөліктері бар, бұл уақыт өте келе техникалық қызмет көрсетудің шығындарын азайтады.

Дарье роторлы генераторларының осы қасиеттері оларды кең ауқымдағы пайдалануларға қолайлы етеді, сонымен қатар олар жел энергиясын пайдаланудағы инновациялық жолдарды ашады.

Кемшілігі - турбиналар күшті жұмыс істемейді. Күшті вибрация күшті шуылдың себебі болып табылады. Бұған көптеген қанаттардың болуы ықпал етеді.

### 1.5 Геликоидты ротор

Желдеткіштің айналуы қисық қанаттарының арқасында тұрақты түрде жүреді (1.5-сурет). Беріктіктер тез тозудан қорғалған, бұл пайдалану мерзімін едәуір ұзартады. Монтаж қондырғыны орнату уақытты талап етеді және құрастыру қиындықтарымен байланысты. Күрделі өндірістік технология бағаның жоғары болуына әсер етті.



1.5-сурет – Геликоидты тік жел генераторы

Геликоидты тік жел генераторының бірнеше маңызды қасиеттері бар:

- Тұрақты айналу - бұл жел генераторының геликоидты (спираль тәрізді) құрылымы желдің бағытына байланысты емес, тұрақты айналуын қамтамасыз етеді, бұл желдің кез келген бағытынан тиімді энергия алуға мүмкіндік береді;

- жоғары тиімділік - геликоидты дизайн желдің күшін толығымен пайдалануға мүмкіндік береді, желдің әлсіз есуінен бастап күшті дауылға дейін тиімді жұмыс істей алады;

- төмен шу деңгейі - бұл генераторлар басқа түрлерге қарағанда әлдеқайда аз шу шығарады, бұл оларды тұрғын үй аймақтарында пайдалануға ыңғайлы етеді;

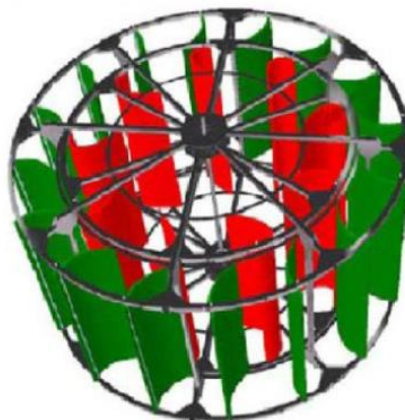
- аз техникалық қызмет көрсету - геликоидты құрылымдардың жалпы дизайны аз бөліктерден тұрады, бұл олардың техникалық қызмет көрсетуін жеңілдетеді және құрылғының ұзақ мерзімді тұрақтылығын арттырады;

- эстетикалық тартымдылық - геликоидты жел генераторларының сәндік дизайны оларды қала ортасында немесе қоғамдық кеңістіктерде пайдалануға жарамды етеді, өйткені олар көркем және заманауи көрінеді.

Бұл қасиеттер геликоидты тік жел генераторларын әртүрлі ортада, соның ішінде шағын және орташа масштабты энергия өндіру жобаларында пайдалануға өте ыңғайлы етеді.

## 1.6 Көпқанатты ротор

Тік - осьтік құрылымы бар көп қанаттылығы оны тіпті өте әлсіз желге де сезімтал етеді. Мұндай желдеткіштердің тиімділігі өте жоғары (1.6-сурет).



1.6-сурет – Көпқанатты роторлы генераторлардың жалпы көрінісі

Көпқанатты роторлы жел генераторларының бірнеше маңызды қасиеттері бар:

1) Жоғары сезімталдық - бұл жел генераторларының көп қанаттары болғандықтан, олар тіпті өте әлсіз желдерге де жауап бере алады. Бұл оларды аз желді аймақтарда өте тиімді етеді;

2) тұрақты айналу - көп қанаттарының арқасында ротор тұрақты айналымды қамтамасыз етеді, бұл электр өндірісінің үздіксіздігіне ықпал етеді;

3) жоғары тиімділік - олар жоғары тиімділікке ие, өйткені олардың құрылымы желдің күшін максималды пайдалануға бейімделген;

4) қарапайымдылық және беріктік - көпқанатты роторлар көбінесе жеңіл материалдардан жасалған, бұл олардың пайдалану және техникалық қызмет көрсету үрдістерін жеңілдетеді;

5) көп аймақтылық - олар әртүрлі географиялық жағдайларға икемделген, сондықтан әртүрлі климаттық аймақтарда тиімді жұмыс істей алады.

Көпқанатты роторлы жел генераторлары аз желді жағдайларда жақсы жұмыс істейтінін ескере отырып, олар қала ішінде немесе жел күші аз аймақтарда қолдануға өте ыңғайлы.

## 1.7 Ортогональды ротор

Желдің жылдамдығы 0,7 м/сек кезінде энергия өндіре бастайды. Вертикаль осі мен қанаттардан тұрады (1.7-сурет). Көп шу шығармайды, қарапайым ерекше дизайнымен ерекшеленеді. Қызмет ету мерзімі бірнеше жыл.



1.7-сурет – Ортогональды роторлар

Ортогональды роторлар, көбінесе вертикаль осьтік жел генераторларына жатады және олардың бірнеше маңызды қасиеттері бар:

1) Желдің төмен жылдамдығында жұмыс істеу - ортогональды роторлар желдің өте төмен жылдамдығында, мәселен, тек 0,7 м/секунд жылдамдықта да энергия өндіре бастайды. Бұл оларды жел күші аз аймақтарда өте тиімді етеді;

2) тұрақты айналу - ортогональды роторлардың дизайны желдің кез келген бағытынан энергия алуға мүмкіндік береді, бұл желдің бағытының өзгеруіне байланысты тұрақты және тиімді өнімділікті қамтамасыз етеді;

3) аз шу (шу деңгейі 30 дБ шегінде) - ортогональды роторлар өте аз шу шығаратындықтан, олар тұрғын аймақтарында немесе шуға сезімтал орталарда қолдануға өте ыңғайлы;

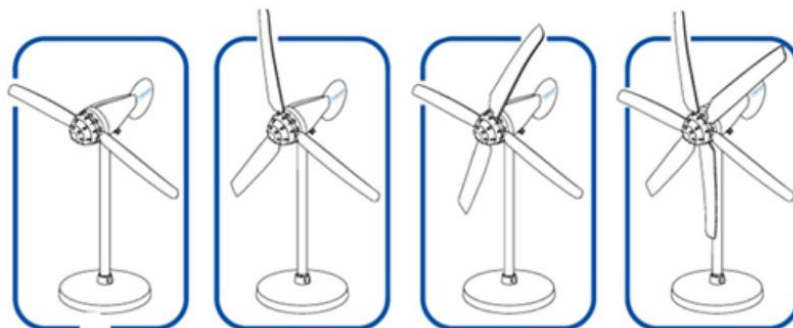
4) қарапайым дизайн - бұл роторлардың дизайны өте қарапайым және ерекше болып келеді, бұл оларды көркем және функционалды элемент ретінде қала орталарында пайдалануға мүмкіндік береді;

5) ұзақ қызмет мерзімі - ортогональды роторлардың жалпы құрылымы берік және төзімді болып келеді, бұл олардың бірнеше жыл бойы тиімді және аз қызмет көрсету шығындарымен жұмыс істеуіне мүмкіндік береді.

Ортогональды роторлардың осы қасиеттері оларды жаңа және инновациялық энергия көзі ретінде әртүрлі қолданыс аймақтарында тиімді етеді. Кемшілігі қанаттардың үлкен салмағы оның көлемді болуын туындатады, бұл монтаж жұмыстарын күрделендіреді. Негізгі кемшілігі – ротордың төмен айналу жылдамдығына байланысты желдің күші мен энергиясын толық пайдаланбайды.

## 1.8 Горизонтальды жел генераторлары (қанатты)

Горизонтальды қондырғылардың әртүрлі модификациялары бірден үш қанатқа дейін және одан да көп қанаттары болады. Сондықтан олардың пайдалы әсер коэффициенті вертикальдыларға қарағанда әлдеқайда жоғары (1.8-сурет).



1.8-сурет – Горизонтальды жел генераторларының түрлері

Бірқанатты және екіқанатты. Жоғары қозғалтқыш айналымдарымен ерекшеленеді. Қондырғының салмағы мен габариттері аз, бұл орнатуды жеңілдетеді. Үшқанаттылар - нарықта сұранысқа ие. 7 мВт дейін энергия өндіруге қабілетті. Көпқанатты қондырғыларда 50-ге дейін қанат болады. Үлкен инерциямен ерекшеленеді. Айналмалы моменттің артықшылықтары су насосын жұмыс істетуде пайдаланылады. Заманауи нарықта классикалық құрылымдардан өзгеше, мысалы, гибридті жел генераторлары пайда болып жатыр. Горизонтальды жел генераторлары, немесе қанатты жел генераторлары, жел энергиясын пайдалану үшін кеңінен таралған және тиімді құрылғылар болып табылады. Осы генераторлардың бірнеше негізгі қасиеттері бар:

1) Жоғары тиімділік - горизонтальды жел генераторлары жел энергиясын электр қуатына айналдыруда өте тиімді. Олардың пайдалы әрекет коэффициенті жоғары, және олар жоғары жел жылдамдығында аса тиімді жұмыс істейді;

2) жел бағытына бейімделуі - горизонтальды роторлар жел бағытына бейімделуі қажет, бұл олардың желдің бағытын дәл бағыттай алатын механизммен жабдықталуын талап етеді. Бұл желдің оптималды пайдаланылуын қамтамасыз етеді;

3) құрылымы - олардың құрылымы көбінесе бірден үш қанатқа дейінгі қанаттардан тұрады, бұл жел энергиясын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді;

4) орнату орындары - горизонтальды жел генераторлары әдетте биік мачталарда орнатылады, олар желдің бағытын қуып және қабатты жел ағындарын пайдалану үшін жер бетінен жоғары көтеріледі;

5) қолдану аймақтары - олар көбінесе желдің күшті есетін аймақтарда, сонымен қатар дала аймақтарында және жел станцияларында қолданылады;

6) техникалық қызмет көрсету және тозу - горизонтальды жел генераторлары жел бағытын қуып отыру үшін көптеген қозғалмалы бөліктерге

ие болғандықтан, олардың техникалық қызмет көрсетуі жиі және күрделі болуы мүмкін.

Горизонтальды жел генераторларының бұл қасиеттері оларды жел энергиясын пайдаланудағы ең тиімді және кең таралған құралдардың біріне айналдырады.

Жел генераторларының кемшіліктері - оларды желдің бағытына бағдарлау қажеттілігінде. Тұрақты қозғалыс айналу жылдамдығын төмендетеді, бұл оның өнімділігін төмендетеді

### 1.9 Парусник түрінде жасалған жел генераторы

Тәрелке тәрізді құрылым (1.9-сурет) ауа қысымымен поршеньдерді қозғалтады, олар гидросистеманы белсендіреді. Нәтижесінде, физикалық энергия электр энергиясына айналады. Жұмыс кезінде қондырғы шу шығармайды. Жоғары қуат көрсеткіштері. Сол сияқты оңай басқарылады.



1.9-сурет – Тәрелке тәрізді жасалған жел генераторы

Парусник түрінде жасалған жел генераторының бірқатар ерекше қасиеттері бар:

- Инновациялық дизайн - бұл түрдегі жел генераторы парусник кемесінің принциптеріне негізделген, бұл оған желдің күшін тиімді пайдалану мүмкіндігін береді;

- тиімді жел энергиясы пайдалануы - парус сияқты элементтер арқылы желдің энергиясы тікелей механикалық қозғалысқа айналады, бұл желдің күшінен максималды пайда алуға мүмкіндік береді;

- әмбебаптық - бұл жел генераторының құрылымы желдің кез келген бағытынан тиімді энергия алуға мүмкіндік береді, бұл оны жел бағыты жиі өзгеретін аймақтарда пайдалануға ыңғайлы етеді;

- энергия трансформациясы - жел энергиясы арнайы механизм арқылы электр энергиясына айналады, бұл үрдіс үнемі және тұрақты жүзеге асады;

- экологиялық таза технология - парусник түрінде жасалған жел генераторы көміртегі шығарындыларын бөлмейді және экологиялық таза энергия көзін қамтамасыз етеді;



- эстетикалық тартымдылық - парусник түріндегі дизайн көпшілікке ұнамды және ол кез келген ландшафтқа үйлесімді қосылады.

Осы қасиеттері арқасында парусник түрінде жасалған жел генераторы жаңа және инновациялық жел энергиясын пайдалану шешімі болып табылады, ол әртүрлі географиялық және климаттық жағдайларда тиімді жұмыс істей алады.

### 1.10 Ұшатын жел генераторы

Ол 550 метр биіктікке ұшырылады. Электр энергиясын өндіру жылына 1 мВт құрайды. "Қанат" өндірушісі - takani Power компаниясы (1.10-сурет).



1.10-сурет – Ұшатын жел генераторы

Ұшатын жел генераторы - қанаттың бірқатар ерекше қасиеттері бар, олар оны жергілікті және кәсіби жел энергиясын пайдаланудағы инновациялық өнімге айналдырады:

- Биіктіктегі желді пайдалану - бұл қанат жоғары биіктікте ұшып, жердегі генераторларға қарағанда үздіксіз және күшті жел ағындарын пайдаланады, бұл олардың тиімділігін арттырады;

- мачта, ротор және қанаттардың жоқтығы - ұшатын генераторлар дәстүрлі жел генераторларында қолданылатын құрылымдық элементтердің көп бөлігінсіз жұмыс істейді, бұл олардың орнату мен күтімін жеңілдетеді және шығындарды төмендетеді.

- энергия өндіру тиімділігі - ұшатын генераторлар жоғары биіктіктегі желдің күшін пайдалана отырып, жоғары энергия өндірісін қамтамасыз етеді;

- мобильділік және орнату оңайлығы - бұл құрылғыларды кез келген жерге тез және оңай орнатуға болады, олар үшін күрделі негіздер қажет емес;

- экологиялық тазалық - ұшатын жел генераторлары атмосфераға зиянды заттар шығармайды және жерді аз пайдаланады, бұл оларды экологиялық тұрақты энергия көзіне айналдырады;

- қауіпсіздік және тұрақтылық - жоғарыда жұмыс істеуі оларды жер бетіндегі кедергілерден және адамдардан алыс ұстайды, бұл қауіпсіздікті арттырады.

Ұшатын жел генераторы - қанаттың осы қасиеттері оны жел энергиясын пайдаланудың қарқынды дамып келе жатқан саласында маңызды мүмкіндік ретінде көрсетеді.

Бұл зерттеу жұмысы арқылы озонаторларды жел энергиясымен қоректендіру үрдісінің тиімділігін жан-жақты қарастырдық. Анықталғандай, жел энергиясын пайдалану озон өндірісі үшін қуат көзі ретінде үлкен мүмкіндіктер ұсынады, өйткені бұл таза және жаңартылатын энергия көзі. Озонаторлардың жел энергиясымен жабдықталуы арқасында көмірқышқыл газының шығарындыларын азайтуға және энергия шығындарын төмендетуге мүмкіндік туады.

Тәжірибелік деректер осындай жүйелердің қуаттылығын және олардың ұзақ мерзімді тұрақты жұмыс істеу қабілетін растайды. Бұл жүйелер ауа мен су сапасын жақсартуға арналған озон өндірісін қолдауға қажетті энергияны үнемді және экологиялық таза түрде бере алады.

Нәтижесінде, бұл зерттеу жел энергиясын пайдалана отырып, озонаторлардың тиімді жұмыс істеуінің нақты жолдарын көрсетеді және бұл стратегияны әрі қарай дамыту үшін негіз қалайды. Экологиялық және экономикалық аспектілердің түйіскен жерінде орналасқан бұл зерттеу, жасыл технологиялардың болашағын айқындай түседі және тұрақты даму мақсаттарына қол жеткізуге ықпал етеді.

## **2 Жел генераторларын қолдану**

Жел генераторлары өнеркәсіпте және күнделікті өмірде қолданылады. Өнеркәсіптік жел қондырғылары электр жабдықтарының жоқтығы немесе тапшылығы жағдайында шағын кенттерді өндіру немесе электр қуатымен қамтамасыз ету қажеттіліктері үшін пайдаланылады. Олар ашық шөлді жерлерде көп мөлшерде орнатылады. Жел турбиналары, негізінен қарапайым, саяжайларда үйде пайдалануға арналған. Қысқы суық мезгілде электр энергиясын үнемдеу үшін тұрғын үйлердің аумағында салынады. Қарапайым жел генераторы желді күндер санына сәйкес қуат береді.

Жел генераторларының қолдану аясы өте кең және олардың негізгі пайдалану жолдарын мына төменде келтірілген:

1) Электр энергиясын өндіру: Жел генераторлары электр энергиясын өндірудің негізгі көзі ретінде пайдаланылады. Олар үйлер, бизнес орталықтары және өнеркәсіптік нысандарға қуат береді;

2) қала ішінде және қала сыртында қолдану: Жел генераторлары қалалық аймақтарда және жергілікті энергия көздеріне мұқтаж шалғай жерлерде пайдаланылады;

3) су сорғыларын жұмыс істету: Ауылшаруашылықта жел генераторлары су сорғыларын жұмыс істету үшін пайдаланылады, бұл суармалы диірмендердің заманауи аналогы болып табылады;

4) телекоммуникациялар: Жел генераторлары байланыс мұнараларын және басқа да телекоммуникациялық жабдықтарды электрмен қамтамасыз ету үшін пайдаланылады, әсіресе электр желілеріне қосылуы қиын аймақтарда;

5) энергияны сақтау: Кейбір жел генераторлары электр энергиясын батареяларда сақтау үшін пайдаланылады, бұл энергияны қажет кезде пайдалануға мүмкіндік береді;

6) жаңартылатын энергия жүйелерімен интеграциялау: Жел генераторлары күн сәулесі генераторларымен және басқа да жаңартылатын энергия көздерімен бірге жұмыс істеуге бейімделген, бұл кешенді және тұрақты энергия өндіру жүйелерін құруға мүмкіндік береді.

Жел генераторларының бұл қолданулары олардың әмбебаптығын және қоршаған ортаға тигізетін оң әсерін көрсетеді, сонымен қатар жел энергиясын болашақтағы маңызды энергия көзі ретінде алға тартады.

### **2.1 Жел генераторларының тиімділігі (ПӘК)**

Жел генераторларының тиімділігін бағалау үшін ПӘК (пайдалы әсер коэффициенті) кеңінен қолданылады. ПӘК жел генераторының жел энергиясын қаншалықты тиімді электр энергиясына айналдыра алатынын көрсетеді. Бұл коэффициент желдің жылдамдығы, қанаттардың дизайны, материалдары және генератордың сапасы сияқты факторларға байланысты.

Жел генераторларының ПӘК-тің негізгі аспектілері:

1) Жоғарғы шектеу - Бетц заңы бойынша, жел генераторларының ең жоғары тиімділігі теориялық түрде 59.3% болуы мүмкін. Бұл желдің кез келген генераторы жел энергиясының тек 59.3% ғана пайдалана алатынын білдіреді;

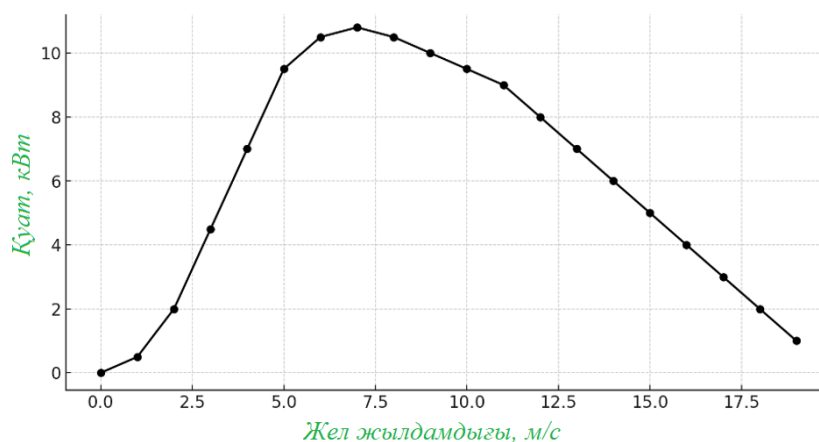
2) орташа ПӘК - көптеген заманауи жел генераторларының ПӘК мәні шамамен 30% - 50% аралығында болады. Бұл мән құрылымдық дизайн, географиялық орналасу және жел жылдамдығы сияқты факторларға байланысты өзгеруі мүмкін;

3) дизайн мен технология - жел генераторының тиімділігін арттыру үшін инженерлер қанаттардың дизайнын жетілдіру, материалдарды оптимизациялау және энергияны басқару жүйелерін жақсарту арқылы жұмыс істейді;

4) төмен жылдамдықтағы жел генераторлары - төмен жылдамдықта жұмыс істейтін жел генераторлары арнайы дизайндалған болып келеді және олардың тиімділігі басқа генераторларға қарағанда төменірек болуы мүмкін. Олар әлсіз желдерде де энергия өндіруге бейімделген.

Қуат қыйсығы - жел генераторлары әдетте белгілі бір жел жылдамдығы аралығында оптималды түрде жұмыс істейді. Жел жылдамдығы өте төмен немесе өте жоғары болғанда, генераторлардың тиімділігі төмендейді (2.1-сурет).

Жел генераторларының тиімділігін арттыру үшін тұрақты зерттеулер мен технологиялық жетілдірулер жүргізіліп тұрады. Бұл қуат көзін одан әрі тиімді және экологиялық таза етуге көмектеседі.



2.1-сурет – Жел жылдамдығы мен қуат шығысы арасындағы қатынас

2.1-суретте жел жылдамдығының өзгеруіне байланысты жел генераторының қуат шығару қыйсығы бейнеленген. Графиктен келесі негізгі аспектілерді байқауға болады:

1) Қуат шығару қыйсығы формасы - график квадраттық параболаға ұқсас. Бұл, жел жылдамдығы артқан сайын жел генераторының қуат шығаруы артатынын, белгілі бір жеткілікті жоғары жылдамдыққа жеткеннен кейін қуат шығаруының төмендеуі басталатынын көрсетеді;

2) оптималды жел жылдамдығы - графикте қуаттың ең жоғары мәні шамамен 10 м/с жел жылдамдығында орналасқан. Бұл жел жылдамдығы жел генераторының энергия өндірудегі ең тиімді жылдамдығын білдіреді;

3) қуаттың азаюы - жел жылдамдығы 10 м/с асқаннан кейін, қуат шығару біртіндеп төмендей бастайды. Бұл жел генераторларының қауіпсіздік механизмінің белсенді болуынан болуы мүмкін, мұндай механизмдер құрылғыны артық жүктемеден қорғау үшін желдің өте жоғары жылдамдығы кезінде қуат шығаруды шектейді;

4) жұмыс жылдамдығының диапазоны - графиктің басындағы (жел жылдамдығы 0 – ден 2 - 3 м/с-ке дейінгі аралық) және аяғындағы (18 м/с жоғары) қуаттың төмен болуы, жел генераторының әдетте белгілі бір жылдамдық аралығында ғана тиімді жұмыс істей алатынын көрсетеді.

Бұл қыйсық жел генераторының жобаланған жерінің жел жылдамдығы профилін ескере отырып, оңтайлы жобалау мен орнату үшін маңызды ақпарат береді.

Тік және көлденең жел генераторлары үшін ПӘК шамамен бірдей. Тік үшін ол 20 - 30% пайызды, ал көлденең үшін 25 - 35% пайызды құрайды. Кейбір өндірушілер мойынтіректерді тұрақты неодим магниттерімен ауыстыру арқылы тік жел диірмендерінің тиімділігін 15% пайызға дейін арттырады. Бірақ тиімділіктің 3 - 5% пайызға шамалы өсуі құрылымдардың айтарлықтай қымбаттауына әкеледі. Екі түрі де пайдалану мерзімі бойынша ерекшеленбейді. Орташа алғанда, энергия өндірудің ұзақтығы 15 - 25 жыл қызмет етуге арналған. Тірек - мойынтірек жинағы мен қалақшалар тез тозады. Қызмет ету мерзімі қызмет көрсету сапасына байланысты.

## **2.2 Жел генераторларының құны**

Жел генераторларының бағасы өте жоғары. Бұл қымбат материалдан жасалған көлемді құрылымдар. Батареялар, контроллер, инвертор және дінгек бар (2.2-сурет). Жалпы бүгінгі таңда жел электр генераторларының құны әртүрлі болып келеді, олардың түріне, өлшеміне және орналасу орнына байланысты.

Мысалы:

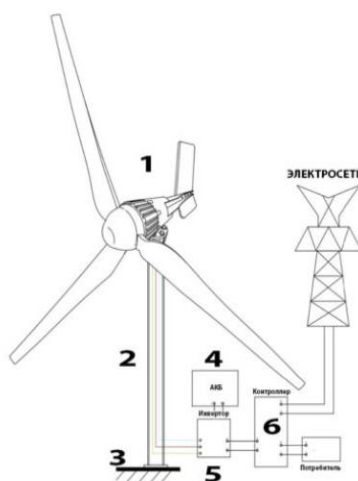
- Кішкентай жеке үй генераторлары үшін бағалары шамамен \$500-ден \$15,000-ға дейін өзгереді. Бұл генераторлар көбінесе 400-ден 3000 ваттқа дейін қуат береді;

- коммерциялық жел генераторлары үшін құны \$1.3 миллионнан басталады әр мегаваттық қуаттылығы үшін, яғни орташа 2-3 мегаваттық генератор үшін шамамен \$2.6 миллионнан \$4 миллионға дейін жетуі мүмкін;

- теңіз генераторлары үшін құны одан да жоғары болуы мүмкін, олардың өндірістік және орнату шығындары үлкен өлшемді және логистикалық қиындықтарға байланысты артады. Мысалы, GE Haliade-X 14 MW турбинасы үшін құны \$11 миллионнан \$13 миллионға дейін болады;

- бұл генераторлардың құнын бағалағанда, орнату, пайдалану және күтім шығындарын да ескерген жөн. Мысалы, жеке үй генераторы үшін жыл сайынғы күтім шығыны \$500-ден \$1,000-ға дейін болуы мүмкін, ал коммерциялық генераторлар үшін бұл шығын жылына әр киловатт үшін \$25-тен \$40-қа дейін болады [4].

Осы ақпараттарды ескере отырып, жел энергиясын пайдалануды жоспарлаған кезде, генератордың бастапқы құнынан басқа, оны пайдалану және күтім жасау шығындарын да ескеру қажет.



2.2-сурет – Жел генераторының құрылымдық сұлбасы

мұндағы жинақ мыналардан тұруы мүмкін: 1-жел генераторының өзі, 2-діңгек, 3-іргетас, 4-батарея жинағы, 5-инвертор, 6-контроллер, сондай-ақ сымдар, коннекторлар, сөрелер, дизель генераторы және монтаждау үшін қажетті басқа да шығын материалдары.

Жел генераторларының техникалық сипаттамалары шығындарға да әсер етеді.

- Ең қарапайымы - қуаты 300 Ваттқа дейінгі генератор. Желдің күші 10 - 12 м/сек болғанда энергия өндіреді. Тек контроллері бар қарапайым жел диірменінің жиынтығы 75 000 теңгеден тұрады. Инвертормен, аккумулятормен және дінгекпен бірге баға 250 000 теңгеге жетеді;

- жарияланған қуаты 1 кВт генераторлар. Төмен желде орташа есеппен айына 30 - 100 кВт энергия өндіріледі. Электр қуатын көп тұтынатын үлкен үй үшін қосымша дизель және бензин қондырғыларын пайдалану ұсынылады. Олар сондай - ақ толық желсіз күндерде батареяларды зарядтайды. Мұндай жел генераторы 750 000 теңгеден тұрады. Толық жиынтығымен 1 500 000 - 2000 000 теңгеге дейін жетеді;

- үй шаруашылығы бар үлкен үйдегі электр қуатын тұтыну 3 - 5 кВт жел турбинасын қажет етеді. Батареялардың жеткілікті саны, неғұрлым қуатты инвертор, контроллер, жоғары дінгек. Бір жиынтық 1 500 000 теңгеден 5 000 000 миллионға дейін тұрады.



Егер үй желдің әсерінен жылытылған болса, онда қондырғыны 10 кВт қуатпен таңдау керек. Және күн батареялары сияқты қосымша көздер қолдану керек. Бензин генераторы да қажет болуы мүмкін. Мұның бәрі желсіз және бұлтты күндер үшін қанша энергия үнемдеуге тура келетініне байланысты.

### 2.3 Жел генераторларын өндірушілер

Электр энергиясын өндірудің экологиялық таза әдісіне сұраныстың артуына байланысты нарықта жел генераторларының жетекші өндірушілерінің ұсыныстары пайда болады. Мысалы:

1) Дания "Vestas" нарық үлесі - 12,7% пайыз. Vestas Wind Systems A/S: Данияда орналасқан Vestas құрлықтағы және теңіздегі турбиналардың кең ауқымымен танымал жел энергетикасы саласындағы көшбасшы болып табылады. Олар нарықтың айтарлықтай үлесімен саланың алдыңғы қатарында болды және бүкіл әлем бойынша ондаған мың мегаватт қуаттылыққа ие болды;

2) Қытай "Snovel" - 9,0% пайыз;

3) Қытай "Goldwind" - 8,7% пайыз. Goldwind: Қытайдың жетекші жел турбиналарын өндірушілерінің бірі ретінде Goldwind өзінің ықпалын ел ішінде де, халықаралық деңгейде де кеңейтуді жалғастыруда. Олар тиімді және тұрақты энергетикалық шешімдерді жасауға бағытталған;

4) Испания "Gamesa" - 8,0% пайыз. Siemens Gamesa жаңартылатын энергия көздері: штаб-пәтері Испанияда орналасқан бұл компания құрлықтағы, теңіздегі және жел энергетикасына қызмет көрсетудегі сенімді тәжірибені біріктіреді. Siemens Gamesa күшті жаһандық қатысуға ие және жел турбиналарына арналған инновациялық және сенімді шешімдерімен танымал;

5) Германия "Enercon" - 7,8% пайыз. Германияда орналасқан Enercon компаниясы ондаған жылдар бойы жел энергетикасы саласындағы маңызды фирма болды, ол жел энергиясын жаһандық өндіруге айтарлықтай үлес қосатын сенімді және инновациялық турбиналық конструкцияларымен танымал;

6) Үндістан "Suzlon" - 7,6% пайыз;

7) Қытай "Guodian United Power" - 7,4% пайыз;

8) Германия "Siemens" - 6,3% пайыз;

9) Қытай "Ming Yang" - 3,6% пайыз;

10) "СКБ Искра" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі;

11) "Перегрин-Энергия" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі;

12) Санкт – Петербургте - "Жел энергетикалық компаниясы" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі де бұл өндірісті қарқынды дамытуда.

Бұл өндірушілер қуаттылық бойынша ғана емес, сонымен қатар технологиялық жетістіктер мен географиялық таралу бойынша да көшбасшы болып табылады, бұл олардың жаңартылатын энергия көздеріне жаһандық ауысудағы маңызды рөлін көрсетеді. Саланың өзі бүкіл әлем бойынша тұрақты энергетикалық шешімдерге сұраныстың артуына байланысты қарқынды инновациялар мен өсумен сипатталады.

Бұл зерттеу жұмысы жел генераторларын пайдаланудың тиімділігін және олардың қазіргі және болашақ энергия шешімдеріндегі рөлін қарастырды. Жел генераторларының пайдаланылуы жаңартылатын энергия көздері арасында арта түсуде, өйткені олар өздерінің экологиялық тазалығымен және басқа энергия көздерімен салыстырғанда аз шығынмен көп пайданы ұсына алады. Жел энергиясының тұрақтылығы мен қол жетімділігі оны әртүрлі аймақтардағы қуат көзі ретінде ыңғайлы етеді, бұл арқылы көмірқышқыл газы шығарындыларын азайтуға және жалпы қоршаған ортаға зиян келтіруді төмендетуге мүмкіндік береді.

Тәжірибелік деректер жел генераторларының энергия шығару қабілетін жоғарылатудағы әлеуетін көрсетеді. Сондай-ақ, бұл генераторлардың қолданылуы энергия тарату желілерінің жүктемесін теңестіруде маңызды рөл атқарады, бұл арқылы энергия өндірудің жалпы тиімділігін арттырады. Жалпы алғанда, жел генераторларының пайдаланылуы жаңартылатын энергия көздерінің дамуына және жаһандық энергетикалық тұрақтылықты қамтамасыз етуге қосқан үлесінің маңызы зор. Болашақта бұл технологиялардың өндірістік масштабта қолданылуы энергияның тұрақты және экологиялық таза өндірісіне жетелейді.

### 3 Жел генераторларын таңдау ережесі

Жел генераторларын (турбиналарын) таңдағанда ескеру қажет бірнеше маңызды ережелер бар. Мұнда әуелі жел генераторын дұрыс таңдауға көмектесетін негізгі факторлар келтірілген:

1) Орналасқан жердің жел профилін зерттеу:

- а) жергілікті жел жылдамдығының орташа мәндерін анықтау;
- б) жыл мезгілдері бойынша желдің өзгеруін талдау;
- с) жел жылдамдығының максимумдары мен минимумдарын білу.

2) Турбинаның тиімділік қыйсығын таңдау:

а) турбинаның қуатының орташа жел жылдамдығындағы тиімділігіне назар аудару;

б) "Cut-in" жылдамдығы (турбина энергия өндіре бастаған жел жылдамдығы) және "cut-out" жылдамдығы (қауіпсіздік үшін турбина өшірілетін жел жылдамдығы) арасындағы айырмашылықты білу.

3) Қуат мүмкіндігін анықтау:

а) қажетті энергия мөлшерін есептеп, турбинаның осы мөлшерді қамтамасыз ету қабілетін тексеру;

б) турбинаның топтама (array) немесе жеке тұрғыда орнату мүмкіндігін қарастыру.

4) Жергілікті заңнама және талаптар:

а) жергілікті қауіпсіздік талаптары мен экологиялық нормаларды зерделеу;

б) құрылыс рұқсаттары мен басқа да регулятивтік шектеулер туралы мәліметтерді анықтау.

5) Техникалық қолдау және кепілдік:

а) өндірушіден қолдау қызметтерінің қолжетімділігін бағалау;

б) кепілдік мерзімін және оның шарттарын тексеру.

б) Құны және инвестицияның ақталуы:

а) жел турбинасының бастапқы және жүргізілетін шығындарын салыстыру;

б) энергия үнемдеу әлеуетін бағалау және инвестицияның қайтарылу мерзімін есептеу керек.

Бұл жоғырыда келтірілген критерийлерді ескере отырып, біз жел турбинасын дұрыс таңдап алуға және жалпы жағдайдағы қолайлы ең үздік нұсқаны анықтап алуға болады.

#### 3.1 Озонаторды энергиямен қамтамасыз ету үшін қажетті энергия мөлшері

Жалпы жел генераторын таңдау қиын емес. Мысалы “Қуаты 5кВт озонаторды жел энергиясымен қоректендіру үрдісін” зерттеп көрейік. Жел энергиясын пайдаланып 5 кВт озонаторды қамтамасыз ету үшін қажетті энергия мөлшерін есептеу үшін бізге қосымша ақпарат қажет. Біріншіден, озонатордың

жұмыс істейтін уақытын (сағатпен) білу керек. Сондай-ақ, жел генераторының тиімділігі мен орташа жел жылдамдығы сияқты жел турбинасының параметрлері де маңызды. Егер 5 кВт озонаторды 8 сағат бойы қамтамасыз етуді қарастыратын болсақ, онда теориялық тұрғыдан алғанда, 40 кВт·сағат энергия қажет болады. Бұл орташа тұтынымды білдіреді. Жел турбинасының тиімділігіне байланысты нақты қажет энергия мөлшері өзгеруі мүмкін.

Озонатордың жұмыс істейтін уақыты 8 сағат, бұл дегеніміз күніне 5 кВт қуаттың 8 сағат бойы пайдаланылатындығын білдіреді. Орташа жел жылдамдығы 18 м/с. Енді турбинаның өткізгіш ауданы ( $A$ ) және тиімділік коэффициенті  $C_p$  (жел турбинасының тиімділігі) әлі де қажет, бірақ оны болжамды мәндермен алмастыра аламыз. Біз  $C_p$  мәнін 0.4 деп алайық, бұл тиімділікке қатысты жиі кездесетін қалыпты мән. Турбинаның өткізгіш ауданын есептеу үшін келесі формуланы қолданамыз:

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3 C_p \quad (3.1)$$

мұндағы  $\rho = 1.225 \text{ кг/м}^3$  (ауаның тығыздығы);

$A$  - жел турбинасының өткізгіш ауданы ( $\text{м}^2$ );

$v = 18 \text{ м/с}$  (жел жылдамдығы);  $C_p = 0.4$ .

Біздің мақсатымыз - озонатор үшін күніне қажет 40 кВт·сағ (5 кВт × 8 сағ) энергияны қамтамасыз ету. Бұл мақсатқа жету үшін қажет турбинаның ауданын анықтайық. Жел турбинасының өткізгіш ауданы шамамен  $3.5 \text{ м}^2$  болуы керек, егер ол тиімділік коэффициенті 0.4 және орташа жел жылдамдығы 18 м/с болса, бұл 5 кВт қуатты қамтамасыз етеді. Бұл турбинаның диаметрін анықтау үшін ауданның формуласы  $A = \pi r^2$  бойынша есептей аламыз, мұнда  $r$  - радиус.

Осы өлшемдерді пайдалана отырып, біз жел турбинасын дұрыс таңдап ала аламыз. Бұл аудан мен жылдамдықтың теориялық есептеулері болғандықтан, нақты орнату кезінде жергілікті жағдайларды және мүмкін болатын ауа райы өзгерістерін ескерген жөн.

### 3.2 Желдің орташа жылдамдығы

Қазақстандағы желдің орташа жылдамдығы аймақтарға байланысты өзгеріп отырады, бірақ көптеген жерлерде желдің жылдамдығы 4-5 м/с (метр секундына) деңгейінде болады (3.1-сурет.). Сонымен қатар, кейбір аудандарда, мысалы, Жетісу өңірінде орташа жел жылдамдығы 5-6 м/с аралығында, ал ең жоғары желдің потенциалы бар аудандарда 8-10 м/с дейін жетуі мүмкін [5]. Бұл көрсеткіштер Қазақстанда жел энергетикасын дамыту үшін өте қолайлы жағдайлар жасайды, себебі бұл орташа жылдамдықтар жел турбиналарының тиімді жұмыс істеуі үшін жеткілікті. Жел энергиясын пайдалану көлемінің ұлғаюына байланысты Қазақстан бұл саладағы инвестицияларды арттыруда және жаңа жобаларды іске асыруда жалғасып жатыр.



3.1-сурет – Қазақстанның жел Атласы

3.1–суретте көрсетілген карта Қазақстан аумағындағы желдің өткізгіштік қабілетін көрсетеді, бұл жел энергетикасын дамыту үшін маңызды ақпарат. Жел атласы әдетте жел жылдамдығының әр түрлі биіктіктерде қалай өзгеретінін көрсетеді және оның қуат өндірісі үшін қолайлы орындарды анықтауға көмектеседі. Жел атласының басты элементтері мынандай:

1) Жел жылдамдығының таралуы: Картада әртүрлі түстер арқылы желдің орташа жылдамдығы көрсетіледі. Әдетте, қызғылт сары және қызыл түстер жоғары жел жылдамдығын білдіреді, ал көк және жасыл түстер төмен жылдамдықты көрсетеді;

2) Электр желілері: Картада бар электр желілерінің орналасуы да берілген. Бұл ақпарат жаңа жел электр станцияларын салу кезінде қуатты тарату жүйесіне қосу ыңғайлылығын анықтауға көмектеседі;

3) Қолайлы аймақтар: Жоғары жел ресурстары бар аймақтар айқын белгіленген, бұл инвесторлар мен жоба жетекшілері үшін потенциалды дамыту аймақтарын таңдауда пайдалы;

4) Жел атласын пайдалану Жоба жоспарлау: Жел атласын пайдалану арқылы инженерлер және жоба жетекшілері жел энергиясын пайдаланатын жобаларды жоспарлау үшін нақты ақпаратқа сүйенеді;

5) Инвестициялар тарту: Жоғары жел потенциалы бар аймақтарда жаңа жобаларды бастау үшін инвестицияларды тарту.

6) Тиімділікті бағалау: Желдің орташа жылдамдығы және оның жиілігі жел энергиясының тиімділігін анықтауға көмектеседі.

Бұл атласты пайдаланып, Қазақстан жел энергетикасы саласындағы өз мүмкіндіктерін арттыра алады және жаңартылатын энергия көздерін дамыту стратегиясын жетілдіре алады.

### 3.3 Тұрғылықты жердің климаттық ерекшеліктері

Жел генераторларын (турбиналарын) орнату кезінде тұрғылықты жердің климаттық ерекшеліктерін ескеру өте маңызды. Бұл ғылыми жобаның тиімділігін арттырып, әр түрлі күрделі жағдайларға төзімділігін қамтамасыз етеді. Міне, ескеру қажет негізгі аспектілер:

1) Жел жылдамдығы:

а) жел турбиналарының тиімді жұмыс істеуі үшін жел жылдамдығының орташа мәндерін білу керек. Жоғары жел жылдамдығы бар аймақтарды таңдау қажет;

б) турбиналардың "cut-in" және "cut-out" жел жылдамдықтарын ескеру (бұл мәндер турбина қуат өндіруге бастайтын және тоқтайтын жел жылдамдықтары).

2) Температура:

а) температураның экстремалды ауытқулары турбина компоненттеріне зақым келтірмеуі үшін, материалдардың температуралық төзімділігін тексеру;

б) суық аймақтарда мұз қалыптасуынан қорғайтын жүйелерді орнату.

3) Ылғалдылық және тұздану:

а) жоғары ылғалдылық пен теңіз жағалауларындағы тұзды ауа турбиналардың коррозияға ұшырау қаупін арттырады. Коррозияға төзімді материалдарды пайдалану қажет;

б) климаттың бұл ерекшеліктерін ескере отырып, қосымша қорғаныс қабаттарын қолдану мүмкін.

4) Географиялық орналасу:

а) жел турбиналарын орнату үшін жер бедерінің әсерін зерттеу. Таулы және жазық аймақтардың жел ағындарына әсері ерекше;

б) жел турбиналарын орналастыру орны табиғи жел каналдарымен, мысалы, тау аралықтарымен және ашық далалармен үйлесімді болуы тиіс.

5) Экологиялық әсер:

а) жануарлар мен құстарға әсер етпеуі үшін экологиялық зерттеулер жүргізу;

б) жергілікті флора мен фаунаны зерттеу арқылы турбиналардың биологиялық әсерін азайту.

Бұл аспектілерді мұқият зерттеу және ескеру арқылы жел энергетикасы жобаларының ұзақ мерзімді тиімділігін және экологиялық тұрақтылығын қамтамасыз етуге болады. Еліміздің кейбір солтүстік аймағында қыстың көп бөлігінде қатты аяз болады. Жел генераторларын орнату өзін ақтамайды. Жаңбыр мен қар энергия өндірісін азайтады. Бұл жел генераторларының басты кемшіліктері.

### **3.4 Энергияны сақтау үшін батареялардың санын анықтау**

Қуаты 5 кВт озонаторға қажетті энергияны сақтау үшін озонатордың күнделікті қуаттылығын және қажетті батареялардың санын есептеу үшін біз мынадай формуланы қолданамыз:

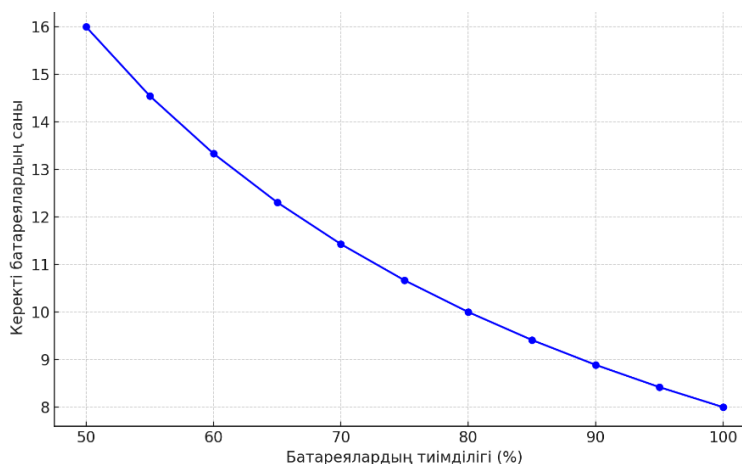
1) Озонатордың күнделікті қуаттылығы: Озонатордың қуаты (5 кВт) және жұмыс уақыты (8 сағат) бойынша есептеледі:

$$\text{Күнделікті қуаттылық} = \text{Озонатордың қуаты} \times \text{Жұмыс уақыты} \quad (3.2)$$

$$\text{Күнделікті қуаттылық} = 5 \text{ кВт} \times 8 \text{ сағ} = 40 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$$

$$\text{Батареялардың саны} = \frac{\text{Күнделікті қуаттылық}}{\text{Бір батареяның сыйымдылығы}} = \frac{40 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}}{5 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}} = 8 \quad (3.3)$$

Осылайша, бізге қажетті батареялардың саны - 8 батарея. Бұл есептеу батареялардың 100% тиімділігін болжайды. Шын мәнінде, батареялардың шығыны болуы мүмкін, сондықтан шығын факторын ескере отырып, біршама көп батарея қажет болуы мүмкін.



3.2-сурет – Батареялардың тиімділігінің әртүрлі мәндеріне байланысты қажетті батареялардың саны

3.2-суретте батареялардың тиімділігінің әртүрлі мәндеріне байланысты қажетті батареялардың санын көрсететін график. Графиктен көріп тұрғаныңыздай, батареяның тиімділігі азайған сайын (мысалы, 100%-дан 50%-ға дейін) батареялардың керекті саны артады. Тиімділігі 100% болғанда 8 батарея қажет болса, 50% тиімділікте шамамен 16 батарея қажет болады.

Тиімділіктің әртүрлі мәндері бойынша негізгі тенденцияларды байқауға болады:

1) Тиімділік жоғарылаған сайын қажет батареялардың саны азаяды: Тиімділігі жоғары батареялар аз қуат жоғалтады, сондықтан бірдей қуат мөлшерін сақтау үшін азырақ батарея қажет. Мысалы, тиімділігі 100% батарея қажетті қуатты толық сақтай алады, сондықтан 40 кВт·сағ энергия үшін 8 батарея жеткілікті;

2) Тиімділік төмендеген сайын қажет батареялардың саны артады: Тиімділігі төмен батареялар көп қуат жоғалтады, яғни бірдей қуат мөлшерін сақтау үшін көбірек батарея қажет болады. Тиімділігі 50% батарея тек қуаттың



жартысын ғана тиімді пайдалана алады, сондықтан 40 кВт·сағ энергия үшін шамамен 16 батарея қажет болады;

3) Линейлік тәуелділік: Графиктегі өсу сызығы линейлік болып келеді, яғни тиімділіктің әр пайыздық төмендеуі қажет батареялардың санын пропорционалды арттырады.

Бұл график жобалау және жоспарлау кезінде маңызды. Энергияны сақтаудың тиімділігін арттыру үшін жоғары тиімділіктегі батареяларды қолдану арқылы қажетті батареялардың санын азайтуға болады. Бұл үнемдеу және кеңістікті тиімді пайдалану үшін пайдалы.

### **3.5 Жел генераторларының қалақшаларының қасиеті**

Жел генераторларының қалақшаларының саны өзінің әртүрлі қасиеттерімен және жұмыс істеу принциптерімен ерекшеленеді. Жиі кездесетін жел генераторлары үш қалақшалы болып табылады, бірақ екі немесе одан да көп қалақшасы бар генераторлар да бар. Әрбір конфигурацияның өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар:

1) Үш қалақшалы генераторлар:

Артықшылықтары:

- тұрақтылық: үш қалақша біркелкі ауырлық орталығын құрап, генератордың тұрақтырақ жұмыс істеуіне мүмкіндік береді;

- аз шу: үш қалақшалы конструкция азырақ шу шығарады, бұл оларды тұрғын аймақтарға жақын орнатуға ыңғайлы етеді;

- тиімділік: бұл конструкция жоғары жел жылдамдығында тиімдірек жұмыс істейді.

Кемшіліктері:

- өндіріс шығындары: Көп қалақшаны жасау және орнату қымбатқа түседі;

- ауырлығы: Тұрақтылық үшін қосымша материалдар қажет, бұл оның жалпы ауырлығын арттырады.

2) Екі қалақшалы генераторлар:

Артықшылықтары:

- шығындары: екі қалақшалы генераторлар өндірісі және орнатылуы арзанырақ;

- жеңілдігі: Аз қалақшаны пайдалану жалпы конструкцияның салмағын азайтады.

Кемшіліктері:

-тұрақсыздық: Екі қалақшалы жүйелер теңгерімсіздікке бейім, бұл вибрация мен шуды арттырады;

- төмен тиімділік: Желдің қарқыны төмен болғанда, бұл жүйелер тиімділігі төмен болуы мүмкін.

3) Бір қалақшалы генераторлар:

4) Артықшылықтары:

- ерекше дизайн: Бір қалақшалы жүйелер кейбір ерекше қолданыстар үшін қолданылады, мысалы, арнайы технологиялық жағдайлар кезінде.

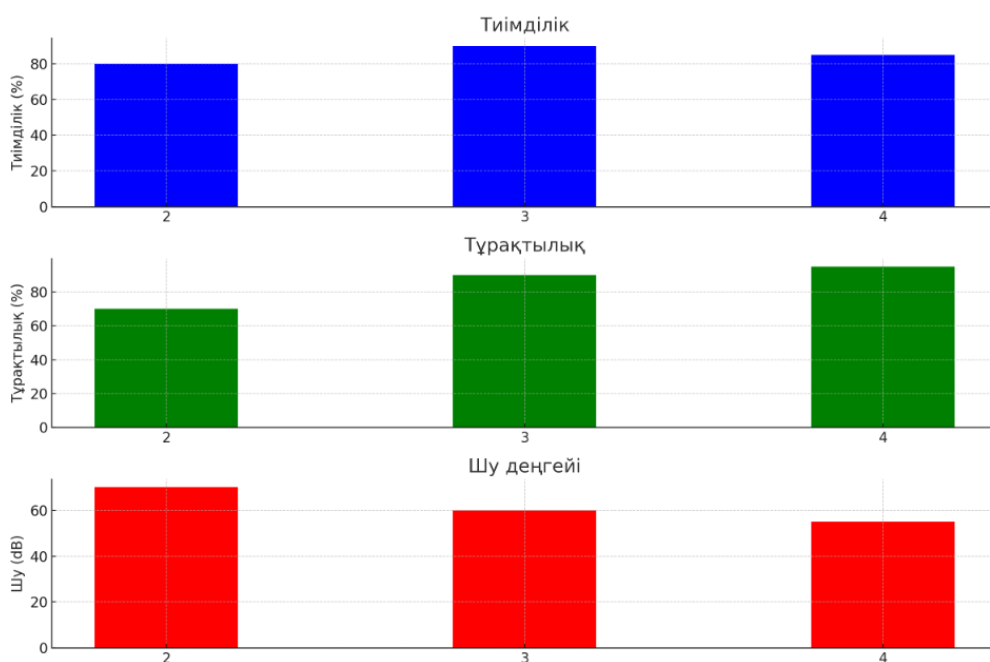
Кемшіліктері:

- тұрақсыздық: Бұл жүйелер теңгерімді қамтамасыз ету үшін күрделі механикалық дизайнды талап етеді.

Жел генераторларының қалақшаларының санын таңдауда жобаның нақты мақсаттары, орналасу орнының жағдайлары және қаржылық бюджет сияқты факторларды ескеру маңызды.

Қалақшалардың санына байланысты жел генераторларының қасиеттерін анализдеуді көрсететін Python бағдарламасын құру үшін біз жел генераторларының жиі кездесетін параметрлері бойынша кейбір деректерді модельдейік. Мысалы, тиімділік, тұрақтылық, және шу деңгейі сияқты параметрлерді қарастырайық. Төменде 3.3-суретте Python бағдарламасы арқылы жасалған үлгі келтірілген. Бұл үлгіде екі, үш және одан көп қалақшалары бар генераторлардың қасиеттерін салыстыру үшін жалпы параметрлер пайдаланылады:

- Тиімділік: Жел жылдамдығына байланысты өзгереді;
- тұрақтылық: Қалақшалардың саны артқан сайын тұрақтылық артады; Біз бұл параметрлерді бейнелеу үшін графиктер сызып көрейік (3.3-сурет).



3.3-сурет – Жел генераторларының қалақшаларының санына байланысты әртүрлі қасиеттері

3.3-суретте келтірілген графиктеріміз жел генераторларының қалақшаларының санына байланысты әртүрлі қасиеттерін көрсетеді:

а) Тиімділік: Үш қалақшалы жел генераторы ең жоғары тиімділікке ие (90%), ал төрт қалақшалы үш қалақшаға қарағанда тиімділігі аздау (85%). Бұл

желдің динамикасы мен қалақшалардың ауа ағынымен өзара әрекеттесуінің нәтижесі болуы мүмкін;

б) Тұрақтылық: Қалақшалардың саны көбейген сайын тұрақтылық жақсарады. Екі қалақшалы жел генераторы ең төменгі тұрақтылыққа ие (70%), ал төрт қалақшалы жел генераторы ең жоғары тұрақтылықты көрсетеді (95%). Бұл өзгеріс қалақшалардың желге тигізетін әсерінің жиілігі мен түрлерінің артуымен байланысты болуы мүмкін;

в) Шу деңгейі: Шу деңгейі қалақшалардың саны артқан сайын төмендейді. Екі қалақшалы жел генераторы ең жоғары шу деңгейін шығарады (70 дБ), ал төрт қалақшалы модель ең төменгі шу деңгейіне ие (55 дБ). Бұл, қалақшалардың ауа ағынын біркелкі бөлу арқылы турбуленттілікті азайтатындығымен түсіндірілуі мүмкін.

Бұл үлгі жел генераторларының дизайнын таңдауда және техникалық шешімдер қабылдауда пайдалы ақпарат беруі мүмкін. Қалақшалардың санын арттыру арқылы тұрақтылық пен шу деңгейі жақсартылғанымен, бұл әрқашан тиімділікті арттыра бермейді. Жалпы жел мен күн табиғи, экологиялық таза және қалдықсыз энергия көздері болып табылады. Табиғи ресурстардың әлеуеті таусылған ғасырда жел генераторларының өндірісі жылдамдыққа ие болды.

Бұл зерттеу жұмысы жел генераторларын таңдау кезіндегі негізгі ережелер мен критерийлерді қарастырды. Жел генераторларын таңдау үрдісінде негізгі басымдықтардың бірі - олардың қуаттылығы, энергия тиімділігі, желдің жиілігі мен күшіне бейімделуі, сондай-ақ орнату және күтім жасау оңайлығы болып табылады. Жел генераторларының тиімділігі, ұзақ мерзімді жұмыс істеу қабілеті және жалпы қуат шығындарын төмендету мүмкіндігі бұл технологияны таңдауда маңызды рөл атқарады.

Жұмыс барысында айқындалған тағы бір маңызды аспект - бұл жел генераторларының ортаның экологиялық жағдайына және әлеуметтік-экономикалық ортадағы талаптарға сай келуі. Бұл технологияларды таңдау кезінде ауданның климаттық және географиялық ерекшеліктерін ескеру өте маңызды, өйткені жел генераторларының тиімділігі белгілі бір жел параметрлеріне байланысты.

Қорытындылай келе, жел генераторларын таңдау үшін біздің зерттеу жұмысымызда анықталған ұсыныстар мен критерийлер өндірістік және жеке қажеттіліктер үшін жаңартылатын энергия көздерін іріктеуде пайдалы болуы тиіс. Бұл критерийлерді дұрыс қолдану арқылы ұтымды және экологиялық таза энергия шешімдерін табуға болады.

#### **4 Озонатор қондырғысын дамытудың тұжырымдамасы**

Озонатор құрылғысын дамыту концепциясын жасағанда, өнімнің функционалдығын, қауіпсіздігін және тиімділігін ескеру маңызды. Міне, озонатор құрылғысын дамытуға арналған негізгі аспектілер:

1) Құрылым және дизайн:

- Компакттылық: Озонатордың өлшемдері және салмағы оның пайдалану аясын айқындайды. Үй жағдайында пайдалану үшін ұсақ, тасымалдауға ыңғайлы модельдер қажет;

- Қоршау: Берік, коррозияға төзімді материалдарды пайдалану, өйткені озон агрессивті болуы мүмкін.

2) Технологиялық үрдіс:

- Озон өндірісі: Озон өндірісі үшін электр разрядын немесе ультракүлгін сәулеленуді пайдалану. Өнімнің өнімділігі оның озон өндіре алатын мөлшерімен анықталады;

- Энергия тиімділігі: Жоғары энергия тиімділігін қамтамасыз ету үшін оптимизацияланған электр тогын пайдалану.

3) Қауіпсіздік шаралары:

- Озон деңгейін бақылау: Ауадағы озон деңгейін қауіпсіз шекараларда ұстау үшін сенсорларды қамту;

- Автоматты өшіру: Озон деңгейі белгіленген шектен асқан жағдайда құрылғыны автоматты түрде өшіру функциясы.

4) Пайдаланушы интерфейсі:

- Басқару панелі: Түсінікті және оңай пайдалану мүмкіндігін қамтамасыз ететін басқару панелі;

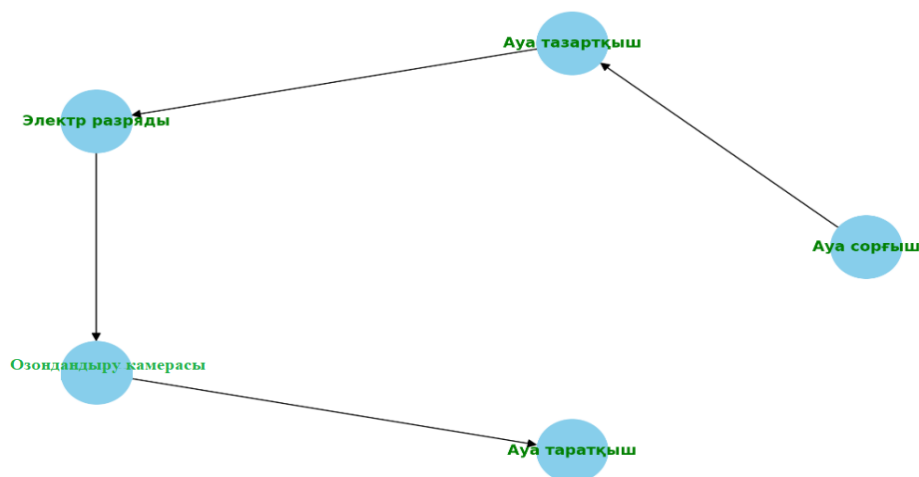
- Қосымша функциялар: Уақыттау, аймақтық озондандыру деңгейлерін реттеу сияқты қосымша функциялар.

5) Сертификаттау және стандарттар:

- Қауіпсіздік стандарттарына сәйкестік: Халықаралық қауіпсіздік стандарттарына сәйкестігін қамтамасыз ету;

- Экологиялық стандарттар: Экологиялық қауіпсіздікке жауап беру.

Озонатор құрылғысын дамыту барысында осы аспектілерді ескеру, құрылғының тиімділігін және қауіпсіздігін арттырып, кеңінен пайдалануға мүмкіндік береді. Озон өндірісінің үрдісін технологиялық сұлбасын Python бағдарламасында жасап, визуализация жасау үшін біз бірнеше кітапханаларды пайдаланамыз: matplotlib болашақта диаграммаларды салу үшін және numpy деректерді өңдеу үшін. Мысалы, озон өндіру үрдісіне ауаның сорылуы, оның тазартылуы, озондандыру және озонның таратылуы кіретін кезеңдерді қамтитын сұлба жасайық (4.1-сурет). Қарапайым визуализация үшін біз осы үрдістердің бағытталған график ретінде бейнелеуімізге болады. Алдымен керек кітапханаларды импорттап, содан кейін сұлбаны салайық.



4.1-сурет – Озон өндірісінің технологиялық сұлбасы

Бұл сұлба ауаның озонаторға кіруінен бастап, озонды таратуға дейінгі барлық негізгі кезеңдерді көрсетеді. Бұл үрдіске ауаны сору, тазарту, электр разряды арқылы озон өндіру және аяқтау үшін озондандырылған ауаны тарату кіреді. Әрбір кезеңнің арасындағы бағытталған байланыстар, ауаның қалай өңделетінін және ағынның қай бағытта жүретінін көрсетеді.

4.1-суретте озон өндірісінің технологиялық үрдісі бейнеленген. Графиктің әрбір торабы үрдістің бір кезеңін көрсетеді және бұл кезеңдер бірінен соң бірі қатарынан орналасқан. Міне, үрдістің қадамдары:

а) Ауа сорғыш: Үрдіс ауаның сорғыш арқылы жүйеге тартылуынан басталады. Бұл кезеңде ауа жүйеге кіргізіледі;

б) Ауа тазартқыш: Кірген ауа арнайы фильтрлер арқылы өткізіліп, зиянды бөлшектерден тазартылады. Бұл ауаның озон өндіруге дайын болуын қамтамасыз етеді;

в) Электр разряды: Тазартылған ауа электр разряды арқылы өткізіледі, бұл кезеңде озон молекулалары өндіріледі. Бұл үрдісте электр тогын пайдаланып, озон ( $O_3$ ) молекулаларын құрайды;

г) Озондандыру камерасы: Осында өндірілген озон белгілі бір уақыт аралығында сақталып, қолдануға дайындалады;

д) Ауа таратқыш: Соңғы кезеңде озондандырылған ауа қажетті аймаққа таратылады. Бұл кезеңде озон бөлмелерді залалсыздандыру немесе ауаны тазарту мақсатында пайдаланылады.

Осы график арқылы озон өндірісінің бүкіл үрдісінің бағытталған, түсінікті және жүйелі екенін көруге болады. Әрбір кезең ауаның кірісінен бастап, озонды таратуға дейінгі барлық аралықтарды қамтиды.

## 4.1 Озонатор элементтерінің экономикалық тиімділігі

5 кВт қуатты құрылғының электрлік сұлбасында қолданылатын КЦ201Е диодтары,  $C_1$  және  $C_2$  сыйымдылықтары 0.21 мкФ әрқайсысы, және R резисторы 22 кОм экономикалық тиімділігін талдау үшін біздің алдымызда тұрған құрылғының жұмыс принципін және осы компоненттердің әрқайсысының рөлін ескеруіміз керек.

1) КЦ201Е диодтары. КЦ201Е диодтары - жоғары вольтты және жоғары токта жұмыс істей алатын диодтар. Бұл диодтар жиі электронды қуат жеткізу сұлбаларында, сонымен қатар импульстік режимдерде қолданылады. Экономикалық тиімділігі - бұл диодтардың тиімділігі олардың сенімділігі мен ұзақ өмір сүру мерзімінде. Бұларды қолдану арқылы жиі ауыстыру қажеттілігін азайтуға және жалпы қызмет көрсету шығындарын төмендетуге болады;

2)  $C_1$  және  $C_2$  сыйымдылықтары (0.21 мкФ). Бұл конденсаторлар жоғары жиілікті электронды сұлбаларда, әсіресе импульстік және жиілікті реттеуші сұлбаларда қолданылады. Экономикалық тиімділігі - конденсаторлар жиілікті басқару және энергияны тиімді жинақтау мүмкіндігі арқасында электр энергиясының тұтынылуын оптимизациялауға көмектеседі. Бұл, өз кезегінде, жалпы энергия шығындарын азайтады;

3) R резисторы (22 кОм) - бұл резистор кернеу бөлігінде немесе токты шектеуші элемент ретінде қолданылады. Олардың экономикалық тиімділігі - резисторлардың қолданылуы құрылғының қорғаныс функциясын жақсарту арқылы тұрақтылықты арттырады және потенциалды жөндеу шығындарын азайтады.

Бұл элементтердің бәрі жоғары өнімділікке және энергияны үнемдеуге бағытталған. Электрондық сұлбалардағы тиімді компоненттердің қолданылуы, техникалық күтімді азайтады және жалпы жүйенің тұрақты жұмыс істеуіне әкеледі. Жұмыс принциптерінің арқасында, жүйенің энергия тұтынуын азайтуға және жұмыс қуатын оптимизациялауға көмектеседі.

## 4.2 Озонаторды баламалы жел энергиясымен қоректендіру тиімділігі

5 кВт озонаторды баламалы жел энергиясымен қоректендіру тиімділігін анықтау үшін келесі параметрлерді ескеру керек:

1) Жел энергетикалық станциясының орналасуы - жел генераторының тиімділігі оның орналасқан аймағының желділігіне тікелей байланысты. Жоғары желділік аймақтар жел генераторлары үшін қолайлы, себебі бұл олардың жоғары қуат өндіру үлесін қамтамасыз етеді;

2) Жел генераторының параметрлері - жел генераторының қуаты, ротордың диаметрі және тиімділігі оның өндіретін электр энергиясының көлемін анықтайды. Осы параметрлерге сәйкес жел генераторының озонаторды толық қоректендіре алатынын анықтау қажет;

3) Жел генераторының қуат өндіру профилі - жел генераторының қуат өндіру профилі уақыт бойынша өзгереді. Бұл профильді түсіну үшін орташа жел жылдамдығы, желдің жиілігі және қуаттылық коэффициенті сияқты статистикалық деректер қажет;

4) Энергия сақтау жүйесі - жел энергиясының үздіксіз еместігіне байланысты, энергия сақтау жүйесі (мысалы, аккумуляторлар) қажет. Бұл жүйе жел генераторының өндірген артық энергиясын сақтап, озонатордың қажеттіліктеріне сәйкес пайдалануға мүмкіндік береді;

5) Экономикалық тиімділік - жел энергиясының экономикалық тиімділігін бағалау үшін бастапқы инвестиция, пайдалану және күтім шығындарын, сондай-ақ күту мерзімін ескерген жөн. Жел генераторының құны мен оны орнату шығындарын, сондай-ақ желдің қол жетімділігіне байланысты өндірістік тұрақтылықты ескеру қажет.

Тиімділікті есептеу - жоғарыда айтылған барлық параметрлерді ескере отырып, жел генераторының жылдық өндіретін орташа қуатын және озонатордың жылдық энергия тұтынуын салыстыру арқылы энергияның жеткіліктілігін және оның экономикалық тиімділігін анықтауға болады.

Озонаторды (5 кВт қуатты) баламалы жел энергиясымен қоректендіру тиімділігін анықтау үшін, жел генераторының қуат өндіру мүмкіндіктерін бағалау қажет. Алайда, бұл есептеуді дәл жасау үшін аймақтық жел жылдамдығы, желдің жиілігі және жел генераторының қуаттылық коэффициенті сияқты нақты деректер қажет.

Жел генераторының орташа қуатын есептеу - жел генераторының қуаты  $P$  келесі формуламен анықталады:

$$P = 0.5 * \rho * A * v^3 * C_p \quad (4.1)$$

мұндағы  $\rho$  - ауаның тығыздығы, кг/м<sup>3</sup> (шамамен 1.225 кг/м<sup>3</sup>);

$A$  - ротордың ауданы, м<sup>2</sup> (диаметрі  $D$  болса,  $A = \pi \cdot (D/2)^2$ );

$v$  - желдің орташа жылдамдығы, м/с;

$C_p$  - қуаттылық коэффициенті (теориялық максимумы 0.59, әдетте шамамен 0.35 – 0.45).

Озонатордың жылдық энергия тұтынуы келесі формуламен есептейміз:

$$E = P * T \quad (4.2)$$

мұндағы  $P$  - озонатордың қуаты, кВт (мысалы, 5 кВт);

$T$  - жылдық жұмыс уақыты, сағат.

Есептеу: Диаметрі 10 метр болатын жел генераторы мен желдің орташа жылдамдығы 6 м/с деп алайық. Жылдық жұмыс уақыты 8760 сағат (бір жыл) болсын. Бұл параметрлерді пайдаланып, орташа қуат пен озонатордың жылдық энергия тұтынуын есептейік.

Нәтижелер:

- Жел генераторының орташа қуаты: 4.16 кВт;



- Жел генераторының жылдық өндіретін энергиясы: 36,409 кВт·сағ;
- Озонатордың жылдық энергия тұтынуы: 43,800 кВт·сағ.

Талдау: Жел генераторының орташа қуаты 5 кВт қуатты озонаторды қоректендіруге дәл келмейді, өйткені оның орташа қуаты 4.16 кВт. Дегенмен, жылдық энергия өндіру мөлшері озонатордың жылдық энергия тұтынуынан аздаған айырмашылықпен аз (36,409 кВт·сағ яғни 43,800 кВт·сағ). Бұл дегеніміз, жел генераторы озонатордың жылдық энергия тұтынуының шамамен 83% қамтамасыз ете алады.

Қорытынды: Жел генераторы озонаторды толығымен қоректендіру үшін жеткілікті қуат өндірмейді. Сондықтан, бұл жағдайда озонаторды тұрақты қоректендіру үшін жел энергиясымен қатар қосымша энергия көздерін қолдану немесе энергияны сақтау жүйесін (мысалы, аккумуляторлар) орнату қажет болады.

### **4.3 Озонатордағы жоғарғы вольтты электродтар**

Озонатор үшін жоғарғы вольтты электродтарды таңдау кезінде материалдың физикалық және химиялық қасиеттерін, сонымен қатар электродтың жұмыс ортасына қабілеттілігін ескеру қажет. Нихром, вольфрам және темір материалдарының әрқайсысының өзіндік артықшылықтары және кемшіліктері бар. Міне, осы материалдардың әрқайсысының қасиеттері:

#### **1) Нихром (никель-хром қорытмасы):**

Төзімділік - жоғары температурада төзімді, коррозияға қарсы өте жақсы қасиеттері бар;

Электр кедергісі - жоғары электр кедергісі бар, бұл оны жылу элементтері үшін тамаша таңдау етеді;

Қолдану - жоғары температураға кедергі салдарынан, нихром жиі қыздыру элементтерінде және электр қыздыру құрылғыларында пайдаланылады.

#### **2) Вольфрам:**

Төзімділік - өте жоғары балқу температурасы (3422 °C) бар, бұл оны өте қатты және тұрақты етеді;

Коррозияға қарсылық - химиялық әсерлерге жоғары қарсылығы бар;

Қолдану - жоғары температуралы қолданулар үшін идеалды, мысалы, жарық шамдарында және электронды құрылғыларда.

#### **3) Темір:**

Төзімділік - салыстырмалы түрде жоғары температурада жақсы қасиеттері бар, бірақ нихром мен вольфрамнан төмен;

Коррозияға қарсылық - темір коррозияға бейім, сондықтан коррозияға қарсы қорғаныс қабаттарын қажет етуі мүмкін;

Қолдану - жалпы мақсаттағы қолданулар үшін жиі қолданылады, бірақ озонды шығаратын жабдықтар үшін коррозияға қарсы өңдеуді қажет етуі мүмкін.

Электродты таңдау - озон өндірісіндегі жоғары вольтты электродтар үшін:

Коррозияға қарсылық - озон коррозивті газ, сондықтан коррозияға төзімді материалды таңдау маңызды;

Жылу қарсылығы - жоғары температурада жұмыс істей алатын материалды таңдау;

Электр қасиеттері - жоғары электр қарсылығы бар материалды таңдау қажет.

Бұл шарттарды ескере отырып, нихром немесе вольфрам электродтары озонатор үшін ең қолайлы болып көрінеді. Вольфрамның жоғары температура және коррозияға қарсылық қасиеттері оны озон өндірісі үшін аса қолайлы етеді, ал нихром электр қыздыру элементтері үшін тиімді шешім болып табылады.

#### **4.4 Озонатор қондырғысының технологиялық, функционалдық және конструкциялық шешімі**

Озонатор құрылғысын дамытуда технологиялық, функционалдық және конструкциялық шешімдердің анықталуы құрылғының жұмыс істеу тиімділігіне, қауіпсіздігіне және пайдалану оңайлығына әсер етеді. Озонатордың бұл аспектілерін толық қамту үшін мынадай маңызды бағыттарды ескерген жөн:

1) Технологиялық шешімдер - озон өндіру технологиясы. Электр разряды арқылы озон өндіру (тәжі разряды) немесе ультракүлгін сәулелену пайдаланылады. Бұл әдістердің әрқайсысының өзінің тиімділігі мен қолданылу аясы бар. Ауа жүйесі - ауаны сору, тазарту және дайындау жүйелерінің дизайны. Бұл қадамдар озон өндіру үрдісінің тиімділігін арттырады;

2) Функционалдық шешімдер - бақылау жүйесі. Озон деңгейін қадағалау және басқару үшін автоматтандырылған бақылау панелі. Бұл құрылғының жұмыс режимдерін оңтайландыруға және қауіпсіздікті арттыруға көмектеседі. Қауіпсіздік функциялары - автоматты түрде өшіру және дабыл жүйелері. Бұл жүйелер адамдар үшін қауіпсіз және озонның артық шығарылуын болдырмайды;

3) Конструкциялық шешімдер – корпус. Материалдың таңдауы (мысалы, коррозияға төзімді сталь) және конструкцияның беріктігі. Бұл озонатордың ұзақ қызмет ету мерзімін қамтамасыз етеді. Компоненттердің орналасуы - инженерлік ойлау арқылы компоненттердің орналасуын жоспарлау, олардың қолжетімділігін және техникалық қызмет көрсетуді жеңілдету. *Қорытынды* - озонатордың технологиялық, функционалдық және конструкциялық шешімдерін анықтау кезінде, жоғарыда аталған аспектілерді ескеру оның тиімділігін, қауіпсіздігін және пайдаланушылар үшін ыңғайлылығын арттырады. Бұл шешімдер құрылғының жұмыс істеу ортасына және қолданылатын технологияларға бейімделуі тиіс.

#### 4.5 Озонатор генераторының кернеуін және тоғын есептеу

5 кВт қуатты құрылғының электрлік сұлбасында жұмыс істеу үшін керек кернеу мен тоқты анықтау үшін электрлік заңдылықтарды қолданамыз. Мысалы, қуат  $P$  және кернеу  $U$  берілсе, ток  $I$  мына формуламен есептеледі:

$$I = \frac{P}{U} \quad (4.3)$$

Бізге кернеу  $U$  қанша екенін білу қажет. Қуат  $P = 5$  кВт (5000 Вт) берілген. Кернеудің бірнеше жиі кездесетін мәндерін қарастырайық:

220 Вольт (үй шаруашылық желісі);

380 Вольт (өндірістік желі).

220 Вольт кезінде:

$$I = \frac{5000}{220} \approx 22,73 \text{ A}$$

380 Вольт кезінде:

$$I = \frac{5000}{380} \approx 13,16 \text{ A}$$

Бұл есептеулер құрылғының кернеуі мен тоғын анықтауда маңызды. Тиісті кернеу мен тоқты таңдау құрылғының тиімділігін арттырып, электрлік жүйедегі қауіпсіздікті қамтамасыз етеді. Әрі қарай, бұл мәліметтерді құрылғының жалпы дизайнын жоспарлауға және оның электрлік қорғанышын орнатуға пайдалануға болады.

#### 4.6 Электрлік сұлбадағы элементтердің шамалары

Электрлік сұлбадағы элементтердің шамаларын есептеу үшін әр түрлі компоненттерге: резисторларға, конденсаторларға, диодтарға және басқа да компоненттерге арналған формулаларды қолданамыз. Мысалы, бізде 5 кВт құрылғының 220 вольт немесе 380 вольттағы жұмыс параметрлері берілген. Бұл параметрлерге сәйкес кейбір негізгі элементтердің шамаларын есептеп көрейік.

Резисторлар. Резистордың керекті кедергісін анықтау үшін Ом заңын қолданамыз. Егер белгілі бір кедергі арқылы қандай да бір ток өтетін болса, онда керек кедергі:

$$R = \frac{U}{I} \quad (4.4)$$

Конденсаторлар. Конденсаторлардың сыйымдылығын (С) жиіліктің өзгеруіне байланысты таңдау керек. Мысалы, түзеткіш сұлбада конденсаторлар электр энергиясының тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін қолданылады. Бұл жағдайда, сыйымдылықты мына формуламен есептеуге болады:

$$C = Q \div U \quad (4.5)$$

мұндағы  $Q$  – заряд (кулондарда).

Диодтар және басқа компоненттер. Диодтардың кернеу және ток шектеулерін ескеру керек. Мысалы, шамамен 1 Ампер токқа және 1000 вольтқа дейінгі кернеуге арналған диодтар таңдалуы мүмкін. Мысалды есептеу: 5 кВт құрылғы үшін 220 вольт кернеумен қоректенетін болса, ток:

$$I = 5000/220 \approx 22.73 \text{ A}$$

Егер біз құрылғыдағы резисторларды қоректену кернеуімен шектеу үшін қолданғымыз келсе:

$$R = 220/22.73 \approx 9.68 \text{ Ом}$$

Бұл жағдайда резистор үшін 9.68 омды таңдауға болады. Бұл алдын ала есептеулер, нақты жүйе параметрлеріне байланысты дәлдігін тексеру қажет.

#### **4.7 Қуаты 5кВт озонаторды баламалы жел энергиясымен қоректендіру параметрлерін (тоғын, кернеуін және қуатын) есептеу**

5 кВт қуатты озонаторды баламалы жел энергиясымен қоректендіру параметрлерін есептеу үшін біз озонаторға қажет қуатты, оның кернеуін және осы кернеуде қажет болатын тоқты анықтаймыз. Осы мәліметтер негізінде жел генераторының тиісті параметрлерін таңдауға болады.

Жел генераторы параметрлері - бастапқыда, озонатор үшін қажет қуат:

- Қуат,  $P = 5 \text{ кВт} (5000 \text{ Вт})$

Бұл қуатты қолдану үшін жиі кездесетін кернеулер:

- Үй шаруашылығындағы кернеу: 220 В

- Өндірістік кернеу: 380 В

1) Кернеуді таңдау және тоқты есептеу - озонатор үшін ең кең тараған кернеулерді ескере отырып, тоқты Ом заңы бойынша есептейміз:

$$I = \frac{P}{U} \quad (4.6)$$

220 вольттағы ток:  $I_{220} = 5000/220 \approx 22.73$  А;

380 вольттағы ток:  $I_{380} = 5000/380 \approx 13.16$  А.

2) Жел генераторын таңдау. Жел генераторын таңдау үшін қуаттың жеткілікті болуын және кернеу параметрлеріне сай келуін қамтамасыз ету қажет. Егер 220 вольт желісін пайдаланатын болсақ, жел генераторы 22.73 амперді қамтамасыз ете алатындай болуы тиіс. Егер 380 вольтты желіні таңдасақ, 13.16 ампер токты қамтамасыз ету керек.

3) Жел генераторының қуатын есептеу. Егер жел генераторының кернеуі 380 вольт болса және біз оны 5000 Вт қуатпен қоректендіргіміз келсе, генератордың кем дегенде 5000 Вт (5 кВт) қуат өндіруге қабілеті болуы қажет. Жел генераторын таңдау кезінде желдің жиілігі мен орташа жылдамдығын ескерген жөн, өйткені бұл параметрлер өндірілетін энергияның мөлшерін анықтайды. Қосымша ретінде, энергия сақтау жүйесін орнату арқылы желдің тұрақсыздығын теңестіруге болады.

Озонаторды жел энергиясымен қоректендіру үрдісінің ғылыми негіздері тақырыбы, жел энергиясын пайдалана отырып, озон өндіру үшін электр энергиясын жасау үрдісін зерттеуге бағытталған. Бұл зерттеулер әдетте озонды су мен ауаны тазарту үшін қолдану мақсатында жүргізіледі. Озонаторлар озон генерациялау арқылы микроорганизмдерді және басқа да зиянды қосылыстарды жоюға көмектеседі.

Жел энергиясы арқылы озонаторды қоректендіру үшін келесі қадамдар қарастырылуы мүмкін:

а) Жел генераторлары: Жел турбиналары арқылы электр энергиясын өндіру. Бұл турбиналар желдің күшін пайдаланып, механикалық энергияны электр энергиясына айналдырады;

б) электр энергиясын сақтау: Жинақталған электр энергиясын аккумуляторларда сақтау, бұл озонатордың тұрақты жұмыс істеуін қамтамасыз етеді;

в) озон генерациясы: Электр энергиясын пайдаланып, озонатор озон генерациялайды. Бұл үрдіс кезінде электрикалық разряд арқылы ауа немесе оттегі молекулалары бөлініп, озон ( $O_3$ ) қалыптасады;

с) қолдану аймақтары: Озонды су мен ауаның сапасын жақсарту үшін қолдану, соның ішінде су тазарту және ауа тазалау жүйелерінде қолданылады.

Бұл үрдіс экологиялық таза және жаңартылатын энергия көздерін қолдану арқылы ортаны ластанудан сақтауға және тиімді ресурстарды басқаруға үлес қосады.

Озонатор қондырғысын дамытудың тұжырымдамасы зерттеу барысында кешенді талдаудан өтті. Озонаторлар – бұл ауа мен суды залалсыздандыру үшін қолданылатын құрылғылар, олардың дамуы экологиялық таза технологиялар аясында өзекті. Зерттеу нәтижелері озонаторлардың тиімділігін, олардың қолданылу аясын кеңейту мүмкіндіктерін және өнімділігін жақсартудың технологиялық жолдарын анықтады.

Озонатор қондырғысын дамытуда негізгі басымдық энергия тиімділігіне және экологиялық қауіпсіздікке берілді. Тұжырымдама бойынша, озон өндірісін арттыру және энергия шығындарын төмендету мақсатында қондырғының жаңа дизайны мен жұмыс принциптері қарастырылды. Сонымен қатар, қондырғының тұрақты жұмыс істеуіне қажетті бақылау жүйелерінің дамуы да маңызды рөл атқарады.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Біздің зерттеу жұмысымызда қуаты 5кВт озонаторларды жел энергиясымен қоректендіру үрдісі толық талданды. Нәтижелер көрсеткендей, жел генераторларының көмегімен озон өндіруде қолданылатын озонаторларды қоректендіру қаржылық және экологиялық тұрғыдан тиімді болып табылады. Жел энергиясының тұрақтылығы мен жеткіліктілігі қарастырылған аймақтарда озонаторларды үздіксіз жұмыс істету үшін жеткілікті болды.

Бұл зерттеудің арқасында біз жел энергиясының қуат көзі ретінде қолданылуының әлеуетін анық көрсете алдық. Сондай-ақ, бұл технологиялардың интеграциясы өндірістік және қоғамдық орталарда су мен ауаның сапасын жақсартуға қосымша мүмкіндіктер ашады. Зерттеу барысында анықталған деректер негізінде біз ұсыныс жасаймыз келешекте озонаторлар мен жел энергетикасын одан әрі біріктіру бойынша нақты жобаларды жоспарлау үшін негіз болуы мүмкін.

Осы зерттеу жұмысының нәтижелері әрі қарай зерттеулер жүргізу үшін бағдар бере алады және жасыл энергияны пайдалану аясын кеңейтуге ықпал етеді. Бұл біздің экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ету және жаһандық энергетикалық қажеттіліктерге жауап беру жолындағы маңызды қадам болып табылады.



## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Лунин, В.В. Способы получения озона и современные конструкции озонаторов: Учебное пособие / В.В Лунин, Н.В. Карягин, С.Н. Ткаченко, В.Г. Самойлович. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 216 с.
- 2 Кравченко, Г.А. Исследование диэлектрических барьеров с короностойким покрытием и разработка высокоресурсных систем электродов генераторов озона: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.09.03 / Кравченко Галина Алексеевна. - Чебоксары, 2013. - 19 с.
- 3 Бочаров, Ю.Н. Техника высоких напряжений: учеб. пособие / Ю.Н. Бочаров, С.М. Дудкин, В.В. Титков. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2013. – 265 с.
- 4 Власов, В. К. Ветроэнергетические установки: монография / В. К. Власов. Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. - 316 с.
- 5 Власов В.К. Ветро двигатели. Теория и практика. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2020. - 226с.
- 6 Кашкаров А. П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. - М.: ДМК Пресс, 2011. - 144 с.
- 7 Кожаспаев Н.К., Бахтаев Ш.А., Боканова А.А., Новые процессы и аппараты озонной технологии. Тр. межд. научно–техн. конференции. – АИЭС–2002г.
- 8 Ш.А.Бахтаев., А.А.Боканова., Г.В.Бочкарева., Г.К.Сыдыкова. Физика и техника коронноразрядных приборов. 190 б. Алматы 2007.
- 9 С.Б.Балабатыров., Ж.О.Тобаяқов., Н.Қ.Қожаспаев “Электротехниканың теориялық негіздері” Алматы 2001ж.
- 10 Г.Я.Мякишев., Б.Б.Буховцев “Жалпы физика” Алматы 1997 ж.
- 11 В.Л.Драгинский.,Л.П.Алексеева., В.Г.Самойлович ”Озонирование в процессах очистки вода” Москва ДеЛи принт 2007 г.
- 12 Пат. Япония № 51 -111492. Обработка воды на микрокапсулах целлюлозы, содержащих адсорбент. – 197 бет.
- 13 Овчаренко Ф.Д., Поляков В.Е., Тарасевич Ю.И. Ионнообменные равновесия и термодинамика ионного обмена на мантмориллоните с участием ионов переходных металлов. Украинский химический журнал. 1975 – 1. 5 -10 бет.

## РЕЦЕНЗИЯ

Жақсыбек Әсет Досымжанұлы

6B07112 - Electronic and Electrical Engineering

Тақырыбына: «Қуаты 5 кВт, озонаторды жел энергиясымен қоректендіру  
үрдісін зерттеу»

Орындалды:

- а) графикалық бөлімі \_\_ бет;
- б) түсіндірме жазбасы \_\_ бет.

### ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Дипломдық жұмыста автор қуаты 5 кВт озонаторды жел энергиясымен қоректендіру үшін тиімді және экологиялық таза балама ретінде ұсынды.

Автор дипломдық жұмыста қуаты 5 кВт негізгі озонаторды жел энергиясы параметрлерін есептеу үшін, бірқатар ақпараттарды қолданды.

Дипломдық жобаны талапқа сай рәсімделген деп санауға болады.

Алайда, келесі ескертулерді атап өту керек:

- 1) Жұмыс барысында зерттеулер мен теорияларға сыни талдау жоқ;

Түсіндірме жазба және графикалық бөлім оқу жұмыстарының талаптары мен стандарттарына сәйкес келеді. Ескертуге қолданылған әдебиттер тізімі аздық етеді.

### ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмысты «86/В/ жақсы»деп бағалап, ал оның авторы Жақсыбек Әсет Досымжанұлы 6B07112 – Electronic and Electrical Engineering білім беру бағдарламасы бойынша «Техника және технологиялар бакалавры» дәрежесін алуға лайық деп санаймын.

Г.Даукеев атындағы АЭЖБУ,  
ЖжБЭК кафедра меңгерушісі, PhD  
Шыныбай Ж.С.



## ҒЫЛЫМИ ЖЕКТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс  
Жақсыбек Әсет Досымжанұлы

6B07112 - Electronic and Electrical Engineering

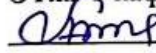
**Тақырыбы: «Қуат 5 кВт озонаторды жел энергиясымен қоректендіру  
үрдісін зерттеу»**

Дипломдық жұмыста автор қуаты 5 кВт озонаторды жел энергиясымен қоректендіру үшін тиімді және экологиялық таза альтернатива ретінде ұсынды. Автор дипломдық жұмыста қуаты 5 кВт негізгі озонаторды жел энергиясы параметрлерін есептеу үшін, бірқатар ақпараттарды қолданды. Мысалы, зерттеу барысында жел энергиясының озон өндірісіндегі тиімділігі, оның қуаттылығы мен тұрақтылығы сияқты аспектілері қарастырды. Бұл бағыттағы табысты зерттеулер озонаторлардың кең ауқымды пайдаланылуын ынталандыруға және жасыл технологияларды дамытуға ықпал етуі мүмкін. Студент дипломдық жұмыс жасауда өздігінен жұмыс істей алу қабілетін көрсете алды.

Жалпы, дипломдық жұмысқа «өте жақсы» (95%) деген баға, ал студент Жақсыбек Әсет Досымжанұлы 6B07112- Electronic and Electrical Engineering мамандығы бойынша «Техника және технологиялар бакалавры» академиялық дәрежесіне лайықты деп санаймын.

**Ғылыми жетекші:**

ЭТЖТД каф. қауым. проф. т.ғ.к.

 А. А. Абдықадыров  
«30» 05 2024 ж.



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті  
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

**Автор: Жақсыбек Әсет Досымжанұлы**

**Тақырыбы: Қуаты 5 кВт озонаторды жел энергиясымен қоректендіру үрдісін зерттеу**

**Жетекшісі: Асқар Абдыкадыров**

**1-ұқсастық коэффициенті (30): 4.8**

**2-ұқсастық коэффициенті (5): 2.7**

**Дәйексөз (35): 0.8**

**Әріптерді ауыстыру: 4**

**Аралықтар: 0**

**Шағын кеңістіктер: 6**

**Ақ белгілер: 0**

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілісін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

**Негіздеме:**

**2024-05-29**

*Күні*

*Кафедра меңгерушісі*





## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Жақсыбек Әсет Досымжанұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Қуаты 5 кВт озонаторды жел энергиясымен коректендіру үрдісін зерттеу

Научный руководитель: Асқар Абдықадыров

Коэффициент Подобия 1: 4.8

Коэффициент Подобия 2: 2.7

Микропробелы: 6

Знаки из здругих алфавитов: 4

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

2024-05-29

Дата

Сүңғат Марксұлы

проверяющий эксперт

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Жақсыбек Әсет Досымжанұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Қуаты 5 кВт озонаторды жел энергиясымен коректендіру үрдісін зерттеу

Научный руководитель: Асқар Абдыкадыров

Коэффициент Подобия 1: 4.8

Коэффициент Подобия 2: 2.7

Микропробелы: 6

Знаки из других алфавитов: 4

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

2024-05-29

Дата

Заведующий кафедрой

