

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс бойынша
(жұмыс түрінің атауы)
Сагидуллин Радмир Фархатович
(Білім алушының Т. А. Ә.)
6B07101 - Энергетика
(Шифр және ББ атауы)

Тақырып: Қазақстандағы тау-кен өндіру өнеркәсібі үшін гибриді
жаңартылатын жүйелерді жобалау және енгізу

Диплом бітіруші Сагидуллин Р.Ф. дипломдық жұмысы графикке сәйкес орындаған, жұмысты дайындау кезінде өзін сауатты, өздігінше қажетті материалдар мен әдебиеттерді іздей алатын, ынталы білім алушы ретінде көрсете білді

Дипломдық жұмыс Қазақстанның тау-кен өндіру өнеркәсібі үшін гибриді жаңартылатын жүйелерді жобалау және енгізу жүйелерін қалыптастырып, энергия тиімділігін арттырып және жаңартылатын энергия көздерін арттыруға арналған

Дипломдық жұмыс «өте жақсы» (92%) бағаға орындалып, ал оның авторы Сагидуллин Р.Ф. 6B07101 – Энергетика мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін иеленуге лайық деп санаймын

Ғылыми жетекші

PhD, аға оқытушы

(лауазымы, оқу дәрежесі, атағы)

Бекболатова Ж.К. Т. А. Ә.

(колы)

«06» 05 2025 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс бойынша
(жұмыс түрінің атауы)

Сагидуллин Радмир Фархатович
(Білім алушының Т. А. Ә.)

6B07101 - Энергетика
(Шифр және ББ атауы)

Тақырып бойынша: Қазақстанның тау-кен өндіру өнеркәсібі үшін гибриді жаңартылатын жүйелерді әзірлеу және енгізу

Орындалды:

а) Графикалық бөлім _____ 9 _____ парақтарда
б) түсіндірме жазба _____ 22 _____ беттерінде

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Артықшылықтары:

1) Тақырыптың өзектілігі жоғары. Қазақстандағы энергетика саласының трансформациясы және тау-кен өндірісінің тұрақты дамуы үшін жаңартылатын энергия көздерін қолдану — қазіргі таңда өте маңызды мәселе.

2) Кешенді талдау жүргізілген. Жұмыста техникалық, экономикалық және экологиялық аспектілер жан-жақты қарастырылған, бұл жобаның қолданбалы маңыздылығын арттырады.

3) Ақпарат көздері сенімді және заманауи. Зерттеуде ғылыми мақалалар, халықаралық тәжірибе және заманауи дереккөздер кеңінен пайдаланылған

4) Жұмыстың құрылымы мен тілі сауатты. Материал логикалық тұрғыдан дұрыс ұйымдастырылған, ғылыми стиль сақталған, баяндау тілі түсінікті.

Кемшіліктері:

1) Қаржылық-экономикалық бөлім тереңірек талдауды қажет етеді. Негізгі қаржылық көрсеткіштердің толық сипаттамасы мен есептелуі кей жерлерде жетіспейді.

2) Экологиялық әсерді сандық тұрғыда нақты бағалау жеткіліксіз. CO₂ шығарындыларының азаюы сияқты экологиялық тиімділік көрсеткіштері нақты сандармен көрсетілмеген.

3) Альтернативті шешімдердің салыстырмасы толық ашылмаған. Тандалған жүйенің басқа баламалармен салыстырмалы артықшылықтары мен шектеулері аз қамтылған.

4) Кейбір графикалық элементтердің сапасы төмен. Диаграмма және сызбалардың визуалды ұсынылуы (шрифті, контрастылығы) жақсартуды қажет етеді.

5) Нормативтік-құқықтық базаға сілтемелердің жеткіліксіздігі. Жаңартылатын энергия көздерін енгізу кезінде Қазақстан Республикасының заңнамалық актілеріне, техникалық регламенттер мен стандарттарға нақтырақ сілтемелер беру қажет.

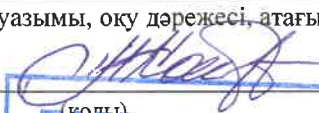
Жұмысты бағалау

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу талқындау негізінде Satbayev University-
нің 6B07101 - «Энергетика» мамандығы бойынша түлегі Сагидуллин Радмир Фархатович
техника және технологиялар бакалавр дәрежесіне лайық, ал дипломдық жұмыс бойынша
92% (А) бағалауға болады деп санаймын

Рецензент

PhD, «Энергетика» кафедрасының
ассистент-профессоры,

М.Тынышбаев атындағы АЛТ Университет
(лауазымы, оқу дәрежесі, атағы)


Ж.Ж.Калиев
(қолы)
«5» ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ 2025 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: Сагидуллин Радмир Фархатович

Тақырыбы: Қазақстандағы тау-кен өнеркәсібі үшін гибриді жаңартылатын жүйелерді жобалау және енгізу

Жетекшісі: Жаннат Бекболатова

1-ұқсастық коэффициенті (30): 7.4

2-ұқсастық коэффициенті (5): 4.7

Дәйексөз (35): 0.3

Әріптерді ауыстыру: 1

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 30

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 жіберілсін.

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

Негіздеме:

2025-06-10

Күні

Кафедра меңгерушісі *Энергетика*

Сәрсенбаев Е.А.



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Сагидуллин Радмир Фархатович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Қазақстандағы тау-кен өнеркәсібі үшін гибридті жаңартылатын жүйелерді жобалау және енгізу

Научный руководитель: Жаннат Бекболатова

Коэффициент Подобия 1: 7.4

Коэффициент Подобия 2: 4.7

Микропробелы: 30

Знаки из других алфавитов: 1

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:

Дата

проверяющий эксперт

руководитель дипломной работы
Бекболатова Ж.К. 

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

Сагидуллин Радмир Фархатович

Қазақстандағы тау-кен өндіру өнеркәсібі үшін гибриді жаңартылатын жүйелерді жобалау
және енгізу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі
PhD, қауымдастырылған профессор
Е.А.Сарсенбаев
« 5 » 06 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Қазақстанның тау-кен өндіру өнеркәсібі үшін гибриді жаңартылатын
жүйелерді әзірлеу және енгізу»

»

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған:



Сагидуллин Р.Ф.

Пікір беруші

PhD, «Энергетика» кафедрасының
ассистент-профессоры,

М.Тынышбаев атындағы АЛТ Университет

Ж.Ж.Калиев

(қолы)

« 5 » 06 2025 ж.

Ғылыми жетекші

PhD, аға оқытушы

Ж.К. Бекболатова

(қолы)

« 5 » 06 2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ө.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

Е.А.Сарсенбаев

«20» 01 2025 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Сагидүллин Радмир

Тақырыбы: Қазақстандағы тау-кен өндіру өнеркәсібі үшін гибриді жаңартылатын
жүйелерді жобалау және енгізу.

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорының 29.01.2025 ж. № 26 п/ө
бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 11- мамыр 2025 жыл

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: _____

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

а) Қазақстанның тау-кен өндіру саласын энергетикалық қамтамасыз етудің ағымдағы жай-
күйін талдау

ә) Гибриді жаңартылған жүйелер: жұмыс принциптері және ілемдік тәжірибе

б) ЖЭК әзірлеу және енгізу

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

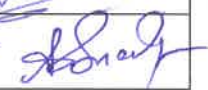
Сызба материалдары 8 парақ слайдтарда көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 13 атау

**Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Қазақстанның тау-кен өндіру саласын энергетикалық қамтамасыз студің ағымдағы жай-күйін талдау	26.01.25 ж.	—
Гибридті жаңартылатын жүйелер: жұмыс принциптері және әлемдік тәжірибе	13.02.25 ж.	—
ЖЭК әзірлеу және енгізу	25.03.25 ж.	—

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Қазақстанның тау-кен өндіру саласын энергетикалық қамтамасыз студің ағымдағы жай-күйін талдау	Ж.К. Бекболатова, PhD, аға оқытушы	03.06.25ж	
Гибридті жаңартылатын жүйелер: жұмыс принциптері және әлемдік тәжірибе	Ж.К. Бекболатова, PhD, аға оқытушы	03.06.25ж	
ЖЭК әзірлеу және енгізу	Ж.К. Бекболатова, PhD, аға оқытушы	03.06.25ж	
Норма бақылаушы	Ә.О. Бердібеков, магистр, аға оқытушы	04.06.2025	

Ғылыми жетекшісі


(қолы)

Ж.Бекболатова

Тапсырманы орындауға алған студент


(қолы)

Р.Ф.Сагидуллин

Күні

« 04 » 06 2025ж.

АНДАТПА

Бұл жұмыста күн электр станциясын жобалау қарастырылды. Нысан ретінде Хромтау қаласында орналасқан «Донской ГОК» шахтасы алынды. Келесідей есептеу жұмыстары жүргізілді осы аймақ үшін жаңғыртылған энергия көздерінің потенциалын бағалау және күн электр станциясының жабдыктарын таңдау, қосарланған электр станциясы өндіретін қуатты есептеу және оларды орналастыру, сонымен қатар құруға кететін шығындар есептеліп, өзін-өзі ақтау мерзімі анықталды.

АННОТАЦИЯ

В этой юработе рассматривалось проектирование солнечной электростанции. В качестве объекта была приобретена шахта «ДонскойГОК», расположенная в городе Хромтау. Были проведены следующие расчетные работы: оценка потенциала возобновляемых источников энергии для этого региона и выбор оборудования солнечной электростанции, расчет мощности, производимой двойной электростанцией, и их размещение, а также расчет затрат на создание и определение срока окупаемости.

ANNOTATION

In this thesis, the design of a solar power plant was considered. The donscoygorok mine, located in Khromtau, was taken as an object. The calculation was carried out as an assessment of the potential of renewable energy sources for this region and the choice of solar power plant equipment, the calculation of the capacity generated by a dual power plant and their placement, as well as the costs of creation, were calculated and the payback period was determined.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Қазақстанның тау-кен өндіру саласын энергетикалық қамтамасыз етудің ағымдағы жай-күйін талдау	9
1.1	Тау-кен секторындағы энергия тұтынуға шолу	9
1.2	Қазақстанның тау кен өндіру саласын энергиямен жабдықтаудың негізгі мәселелері	11
1.3	Дәстүрлі энергия көздерін пайдаланудың экономикалық және экологиялық аспектілері	12
1.4	Жаңартылатын энергия көздерін біріктіру мүмкіндіктері	13
2	Гибридті жаңартылатын жүйелер: жұмыс принциптері және әлемдік тәжірибе	15
2.1	Гибридті энергиямен жабдықтау жүйелерін анықтау және жіктеу	15
2.2	Гибридті жүйелердің негізгі компоненттері: күн, жел және дизельді генерация	16
2.3	Басқа елдердің тау-кен өнеркәсібінде гибридті жүйелерді енгізу тәжірибесі	18
2.4	ЖЭС еңгізуге арналған жабдықтар	19
2.4.1	СЭС үшін фотоэлектрлік панельдер	19
2.4.2	Инверторлар мен контроллерлер және олардың түрлері	21
2.4.3	Батареялар және олардың түрлері	23
3	Донской ГОКтің қосалқы бөлігін ЖЭК алмастыру	25
3.1	Нысанның сипаттамасы	25
3.2	Күн панельдерін таңдау	28
3.3	Инвертор таңдау	30
3.4	Контроллерді таңдау	31
3.5	Батареяны таңдау	34
3.6	ЖЭК жұмыс жасау принципі	38
3.7	Өтелімді есептеу	39
	Қорытынды	41
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	42

КІРІСПЕ

Қазақстан айтарлықтай табиғи ресурстарға ие, олардың ішінде пайдалы қазбалар ерекше көзге түседі. Елдің тау-кен өнеркәсібі экономикада маңызды орын алады және өндіріс секторная айтарлықтай үлесті қамтамасыз етеді. Алайда, осы сектордың жоғары энергия сыйымдылығы және оның қазба энергия көздеріне тәуелділігі кәсіпорындардың экологиялық тұрақтылығы мен тиімділігіне қауіп төндіреді. Соңғы онжылдықтарда өсіп келе жатқан энергия қажеттіліктерін қанағаттандыру және қоршаған ортаға әсерді азайту үшін жаңартылатын энергия көздеріне (ЖЭК) көшудің әлемдік тенденциясы байқалды.

Қазақстанда климаттық жағдайлар, күн және жел энергиясының көптігі энергетикада жаңартылатын көздерді қолдану үшін үлкен мүмкіндіктер туғызады. Алайда, осы уақытқа дейін тау - кен өнеркәсібінде энергияның көп бөлігі дәстүрлі көздерден-көмір мен газдан келеді. Бұл атмосфераға көмірқышқыл газы мен басқа ластаушы заттардың шығарындыларының жоғары деңгейіне әкеледі, бұл экология мен халықтың денсаулығына теріс әсер етеді. Гибридті жаңартылатын энергетикалық жүйелерді (дәстүрлі энергия көздерімен үйлескен күн және жел электр станциялары) енгізу тау-кен кәсіпорындарының экологиялық ізін азайтып қана қоймай, олардың энергетикалық дербестігі мен экономикалық тиімділігін арттыруға көмектесетін перспективалы бағыт болып табылады.

Бұл жұмыстың мақсаты:

Қазақстанның тау-кен өндіру өнеркәсібі үшін гибридті жаңартылатын Энергетикалық жүйе тұжырымдамасын әзірлеу, сондай-ақ өңірдің ерекшеліктерін ескере отырып, оның энергетикалық және экономикалық тиімділігіне талдау жүргізу болып табылады.

Қазақстанның тау-кен өндіру кәсіпорындарын энергиямен қамтамасыз етудің ағымдағы жай-күйін талдау.

Күн және жел энергиясын қоса алғанда, Қазақстандағы жаңартылатын энергия көздерінің әлеуетін бағалау.

Тау-кен кәсіпорындары үшін гибридті жаңартылатын Энергетикалық жүйе тұжырымдамасын әзірлеу.

Ұсынылған жүйені техникалық-экономикалық модельдеуді жүргізу және оның өміршеңдігін бағалау.

Тау-кен саласында гибридті жүйелерді енгізудің экологиялық және әлеуметтік аспектілерін қарастыру.

Дипломдық жұмыстың міндеттері:

1)Қазақстанның тау-кен өндіру саласын энергиямен жабдықтаудың ағымдағы жай-күйіне талдау жүргізу және негізгі проблемаларды анықтау.

2)Объектіні орналастыру аймағында күн мен жел энергиясын пайдалану әлеуетін бағалау.

3)Шахтаға арналған гибридті жаңартылатын энергетикалық жүйенің тұжырымдамасын әзірлеу.

Жабдықты таңдау: күн панельдері, инверторлар, контроллерлер және батареялар.

Жүйенің қажетті қуатын және оның компоненттерін есептеңіз.

Инвестициялық шығындарды, өтелу мерзімін және жобаның экологиялық әсерін бағалаңыз.

Қазақстанның тау-кен өндіру саласында ГВЭС енгізу бойынша практикалық ұсынымдарды тұжырымдау.

1 Қазақстанның тау-кен өндіру саласын энергетикалық қамтамасыз етудің ағымдағы жай-күйін талдау

1.1 Тау-кен секторындағы энергия тұтынуға шолу

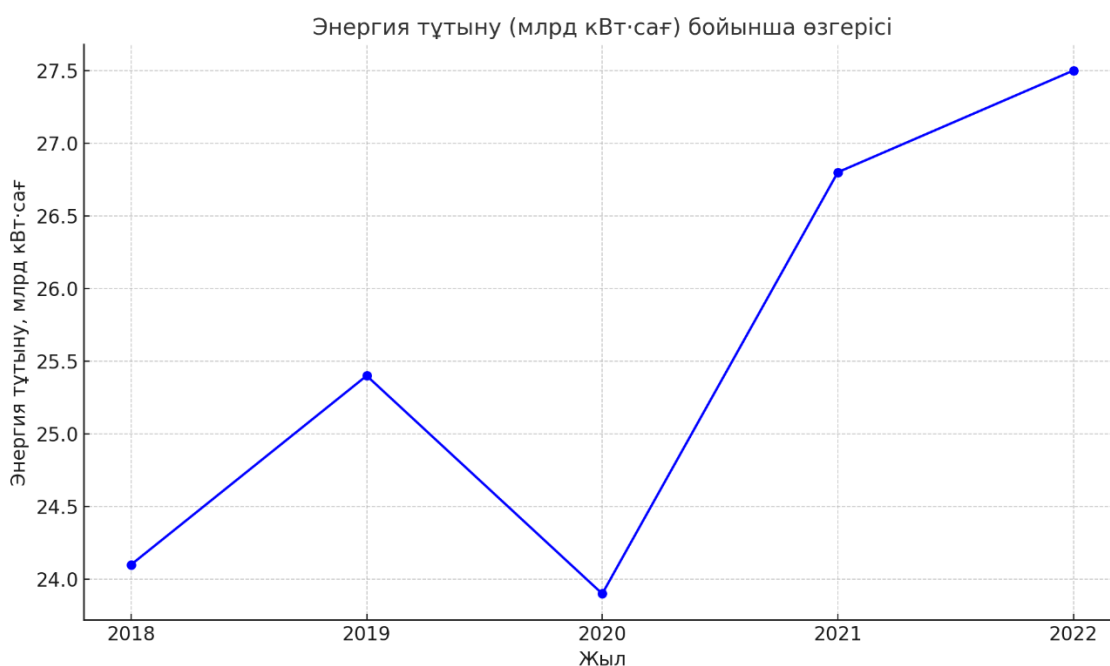
Қазақстан Республикасының тау-кен өнеркәсібі бюджетке тұрақты түсімдерді, экспорттық түсімдерді және халықты жұмыспен қамтуды қамтамасыз ете отырып, Ұлттық экономика құрылымында шешуші орын алады. Бұл саланың маңызды сипаттамаларының бірі пайдалы қазбаларды өндірудің едәуір көлеміне, шикізатты терең өңдеуге және энергия қарқынды Жабдықтардың жұмыс істеу қажеттілігіне байланысты оның жоғары энергия сыйымдылығы болып табылады.

Энергияны тұтынудың жалпы көрсеткіштері

ҚР Ұлттық статистика бюросы мен ҚР Энергетика министрлігінің деректері бойынша тау-кен өндіру және металлургия секторларының энергияны жиынтық тұтынуы елдің жалпы энергия тұтынуының шамамен 30-35% - құрайды. Өнеркәсіптік энергия тұтыну құрылымында осы салалардың үлесіне барлық көлемдердің 45% - ы келеді.

1 – кесте – Тау-кен өнеркәсібінің энергия тұтыну динамикасы (2018-2022)

Жыл	Энергия тұтыну, млрд кВт * сағ	Алдыңғы жылға қарай өзгеріс
2018	24.1	—
2019	25.4	+5.4%
2020	23.9	-5.9%
2021	26.8	+12.1%
2022	27.5	+2.6%



1 – сурет - Тау-кен өнеркәсібінің энергия тұтыну динамикасы

Графиктен көріп отырғанымыздай, 2020 жылы экономиканың баяулауына байланысты тұтынудың төмендеуі байқалды, алайда 2021 жылдан бастап салада энергия тұтыну айтарлықтай өсті, бұл өндірістік белсенділіктің қалпына келуімен және шикізат экспортының өсуімен байланысты.

Тау кен кәсіпорындары келесідей энергия көздерін пайдаланады:

Электр энергиясы-электр жетектері, жарықтандыру, автоматтандыру үшін;

Жылу энергиясы-технологиялық процестерде (кептіру, күйдіру, балқыту);

Дизель отыны-карьер және бұрғылау техникасы үшін;

Көмір және табиғи газ-ішкі жылумен жабдықтау және жеке ЖЭО-да электр энергиясын өндіру үшін.

Аймақтық ерекшеліктер

1)Тұтынудың ең жоғары концентрациясы:

2)Қарағанды облысы (көмір, қара металлургия),

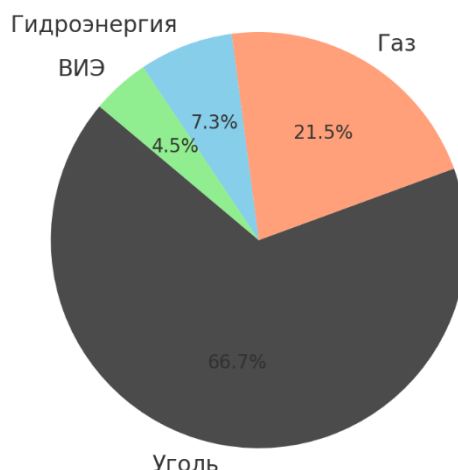
3)Шығыс Қазақстан Облысы (түсті металлургия),

4)Павлодар облысы (Алюминий өнеркәсібі),

5)Қостанай және Ақтөбе облыстарында (темір рудасы, ферроқорытпалар).

2 – кесте – Өндіріс кезеңдері бойынша энергия шығындары

Технологиялық цикл кезеңі	Меншікті тұтыну (%)
Өндіру (карьерлік және шахталық)	15-20
Ұсақтау және ұсақтау	25-30
Байыту және қайта өңдеу	20-25
Балқыту және металлургиялық өңдеу	30-40



1 – сурет - Қазақстанның энергетикалық балансы [1]

1.2 Қазақстанның тау кен өндіру саласын энергиямен жабдықтаудың негізгі мәселелері

Қазақстан Республикасының тау-кен өнеркәсібі ұлттық экономиканың энергияны көп қажет ететін салаларының бірі болып табылады. Оның жұмыс істеу тиімділігі көбінесе тұрақты және сапалы энергиямен жабдықтауға байланысты. Алайда, қазіргі уақытта энергетикалық қамтамасыз ету саласында саланың дамуын айтарлықтай тежейтін бірқатар өткір проблемалар байқалады.

Негізгі проблемалардың бірі-энергетикалық инфрақұрылымның тозуының жоғары деңгейі. ҚР Энергетика министрлігінің деректері бойынша тау-кен өндіру саласындағы жабдықтардың физикалық тозу деңгейі 63,8% - ға жетеді, бұл рұқсат етілген нормативтік мәндерден едәуір асып түседі. Ескірген жабдық энергиямен жабдықтау сенімділігін төмендетеді, апаттылықты арттырады және беру мен тарату кезінде электр энергиясының айтарлықтай жоғалуына әкеледі.

Екінші маңызды фактор-өндіруші қуаттардың тапшылығы, әсіресе саланың ірі кәсіпорындары шоғырланған елдің оңтүстік және орталық аймақтарында. Мәселен, 2035 жылға дейінгі электр энергетикасын дамыту бағдарламасының деректері бойынша 2023 жылы 1,1 ГВт көлемінде электр қуатының тапшылығы байқалды, ал 2024 жылы - шамамен 0,8 ГВт. Бұл энергияны тұтынудың мәжбүрлі шектеулеріне әкеледі, әсіресе ең жоғары жүктеме кезеңінде және өндіріс процесіне теріс әсер етеді.

Сондай-ақ, елдегі барлық өндірілетін электр энергиясының 66% - дан астамын құрайтын саланың көмір генерациясына шамадан тыс тәуелділігін атап өту қажет. Көмір электр станцияларының көпшілігі Қазақстанның солтүстігінде орналасқан, ал негізгі тұтынушылар оңтүстік пен батыста орналасқан, бұл өңіраралық электр беру желілерінің өңірлік теңгерімсіздігін және шамадан тыс жүктелуін тудырады. Бұдан басқа, көмірді негізгі энергия көзі ретінде пайдалану парниктік газдар шығарындыларын, атмосфераның ластануын және қоршаған

ортаның деградациясын қоса алғанда, айтарлықтай экологиялық жүктемені тудырады.

Сонымен қатар, көптеген кәсіпорындарда энергия тиімділігі төмен болып қалады. Энергияны басқарудың, автоматтандырудың және цифрландырудың заманауи жүйелерінің болмауы энергияның айтарлықтай артық шығындарына әкеледі. Жекелеген өңірлердегі желілердегі шығындар 10-15% - ға жетеді, бұл инфрақұрылымды шұғыл жаңғырту қажеттігін көрсетеді.

Сондай-ақ, газ турбиналық қондырғылар мен аккумуляторлық энергия жинақтағыштар сияқты икемді және резервтік қуаттардың жеткіліксіз дамуын атап өткен жөн. Мұндай жүйелердің болмауы жүктеменің күрт ауытқуы жағдайында тұрақты энергиямен қамтамасыз ету мүмкіндіктерін шектейді.

Ақырында, энергиямен жабдықтау жағдайына бірқатар факторларға байланысты энергетика саласының төмен инвестициялық тартымдылығы әсер етеді: тарифтік саясаттың тұрақсыздығы, әкімшілік рәсімдердің күрделілігі, жаңа жобаларды келісудің ұзақ мерзімдері және желілік инфрақұрылымды жаңғырту бөлігінде мемлекеттік қолдаудың жеткіліксіз көлемі.

Осылайша, аталған проблемаларды шешу қолданыстағы қуаттарды жаңғыртуды, баламалы генерацияны дамытуды, тарифтік саясатты реформалауды және энергетикаға инвестициялар тарту үшін қолайлы жағдайлар жасауды қамтитын кешенді тәсілді талап етеді.

1.3 Дәстүрлі энергия көздерін пайдаланудың экономикалық және экологиялық аспектілері

Дәстүрлі энергия көздерін - негізінен көмір мен табиғи газды пайдалану олардың қол жетімділігіне, дамыған инфрақұрылымына және өзіндік құнының төмендігіне байланысты. Қазақстанның көптеген тау-кен өндіру кәсіпорындары үшін көмір электр энергиясының ең экономикалық тиімді көзі болып қала береді. Алайда, бұл экономикалық орындылық экономика мен экология тұрғысынан бірқатар жағымсыз салдармен бірге жүреді.

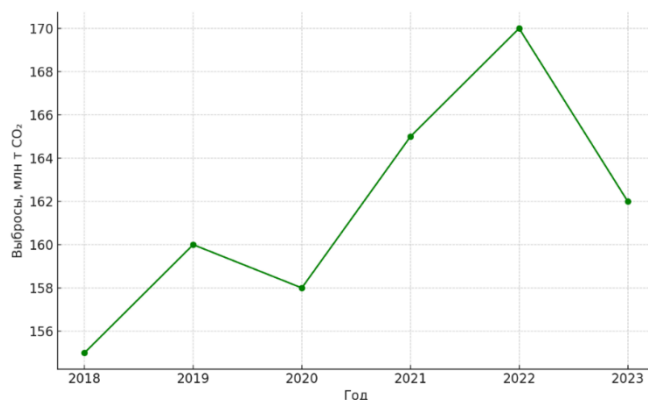
Экономикалық тұрғыдан алғанда, көмір өндірісіне жоғары тәуелділік энергияны әлемдік жағдайдағы өзгерістерге, логистика мен тозған жабдыққа техникалық қызмет көрсету шығындарының өсуіне осал етеді. Энергия бағасының өсуі және декарбонизацияға жаһандық қысымның күшеюі жағдайында өнімнің өзіндік құнының өсу қаупі артады.

Экологиялық компонент әсіресе өзекті. Қазақстанның энергетика секторы көмірқышқыл газы шығарындыларының едәуір үлесін өндіреді. Халықаралық ұйымдардың бағалауы бойынша, көмірмен жұмыс істейтін электр станцияларының CO₂ шығарындыларындағы үлесі электр энергиясын өндірумен байланысты парниктік газдардың жалпы көлемінің 75% - ға асады.

3 - кесте - Энергия көздерінің экономикалық және экологиялық сипаттамаларын салыстыру

Көрсеткіш	Көмір	Газ	ЖЭК
Өзіндік құны (теңге / кВт * сағ.)	9–12	11–14	15–25
Шығарындылар CO ₂ (г/кВт·ч)	900–1100	500–600	0
Жабдықтың тозуы	Жоғары(57%)	Орташа	Төмен (жаңа нысандар)

Бұл қоршаған орта мен қоғамдық денсаулыққа, әсіресе өнеркәсіптік аймақтарға теріс әсер етеді.



2 – сурет - ҚР энергетикасындағы парниктік газдар шығарындыларының динамикасы (2018-2023 жж.)

Сонымен қатар, ЖЭО мен ГРЭС-тегі жабдықтардың қартаюы (тозудың орташа 57%) тиімсіз шығарындылардың көбеюіне, пайдалы әсер ету коэффициентінің төмендеуіне және техникалық қызмет көрсету шығындарының өсуіне әкеледі.

Осылайша, дәстүрлі энергия көздерінің салыстырмалы түрде арзандығына қарамастан, оларды пайдалану саланы энергиямен жабдықтауды ұйымдастырудың жаңа, тұрақты тәсілдерін енгізуді талап ететін бірқатар экономикалық және экологиялық тәуекелдерді қамтиды.

1.4 Жаңартылатын энергия көздерін біріктіру мүмкіндіктері

Қазақстан Күн, жел, гидро - және биоэнергия сияқты жаңартылатын энергия көздерін (ЖЭК) дамыту үшін айтарлықтай әлеуетке ие. Күн генерациясы үшін Оңтүстік аймақтар, Жел үшін дала аймақтары, сондай-ақ елдің шығысындағы шағын гидроэнергетика үшін шағын өзендер әсіресе

перспективалы. Бұл ресурстарды тау-кен кәсіпорындарының, әсіресе шалғайдағы және энергия тапшылығы бар аудандардың энергиямен қамтамасыз етілуін арттыру үшін тиімді пайдалануға болады.

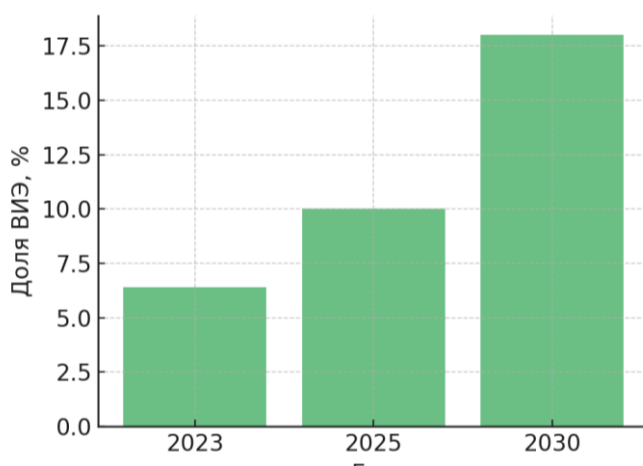
ЖЭК-ті қолданыстағы электр жүйесіне біріктіру белгілі бір қиындықтарға тап болады. Олардың ішінде шектеулі желілік қуаттар, энергия жинақтағыштардың болмауы, генерацияның тұрақсыздығы және энергия желілерін цифрландырудың жеткіліксіз деңгейі бар. Дегенмен, энергетика саласындағы мемлекеттік саясат жасыл ауысуды қолдауға бағытталған. Төмен көміртекті даму стратегиясы және 2030 жылға қарай ЖЭК-тің 15% үлесіне жету мақсаттары сияқты қабылданған құжаттар инвестицияларды тартуға және осы саладағы жобаларды кеңейтуге ықпал етеді.

Тау-кен өнеркәсібі үшін ЖЭК-ті пайдаланудың бірқатар артықшылықтары бар: орталықтандырылған электрмен жабдықтауға тәуелділікті азайту, жанармай мен көлік шығындарын азайту, өндірістің тұрақтылығын арттыру және экологиялық беделді жақсарту. Қазірдің өзінде бірқатар кәсіпорындар күн панельдері мен жел турбиналарын орнату бойынша пилоттық жобаларды жүзеге асыруда, сондай-ақ дискілері мен дизель генераторлары бар гибридіті шешімдерді қолдануда.

ЖЭК-ке Инвестициялар қарқынды өсуді көрсетеді. Мәселен, 2023 жылы инвестициялар көлемі 2022 жылмен салыстырғанда төрт еседен астам өсті, бұл мемлекет тарапынан да, жеке сектор тарапынан да қызығушылықты растайды.

4 – кесте - Қазақстандағы ЖЭК жобаларына инвестициялардың серпіні:

Жыл	Инвестиция көлемі, млрд теңге	Өткен жылмен салыстырғанда өсу
2021	23,5	—
2022	44,9	+91%
2023	199,8	+345%



3 - сурет – ҚР энергобалансындағы ЖЭК үлесінің 2030 жылға дейін өсу болжамы

2 Гибридті жаңартылатын жүйелер: жұмыс принциптері және әлемдік тәжірибе

2.1 Гибридті энергиямен жабдықтау жүйелерін анықтау және жіктеу

Гибридті энергиямен жабдықтау жүйелері сенімді, тұрақты және Тиімді энергиямен қамтамасыз ету үшін әртүрлі энергия көздерін - жаңартылатын және дәстүрлі - біріктіретін интеграцияланған энергетикалық кешендер болып табылады. Гибридті жүйелердің ең көп тараған құрамдас бөліктері-күн фотоэлектрлік панельдері, жел турбиналары, дизельді генераторлар, сондай-ақ аккумуляторлық қуат сақтау және ақылды басқару жүйелері.

Гибридті шешімдердің пайда болуы мен белсенді дамуы қазба отындары бағасының өсуіне, энергетикалық тәуелсіздікті арттыру қажеттілігіне және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға деген ұмтылысқа байланысты сын-қатерлерге жауап болды. Энергия көзінің бір түрін пайдалану көбінесе тұрақсыз өндіріспен немесе жоғары шығындармен бірге жүреді. Әр түрлі көздерді біріктіру өндірістің ауытқуын тегістеуге, жүйенің сенімділігін арттыруға және оның экономикалық тиімділігін оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Гибридті электр желілерін бірнеше негізгі белгілері бойынша жіктеуге болады. Энергия көздерінің құрамына байланысты күн-дизель, жел-дизель, күн-жел, сондай-ақ генерацияның барлық үш түрін біріктіретін көп компонентті жүйелер бөлінеді. Кейбір жобалар биомассаға, геотермалдық энергияға немесе шағын гидроэлектростанцияларға негізделген көздерді қосымша пайдаланады.

Электр желілеріне қосылу әдісіне сәйкес гибридті жүйелер дербес (off-grid), желілік (on-grid) және аралас (grid-interactive) болып бөлінеді. Автономды қондырғылар сыртқы электр желісіне толығымен тәуелсіз және көбінесе шалғай немесе жету қиын аймақтарда қолданылады. Желілік жүйелер орталықтандырылған желімен параллель режимде жұмыс істейді, бұл артық энергияны сыртқы жүйеге жіберуге немесе генерация жеткіліксіз болған кезде одан энергия алуға мүмкіндік береді. Біріктірілген шешімдер максималды икемділік пен тұрақтылықты қамтамасыз етеді.

Ауқымы бойынша гибридті жүйелер жеке (жеке үйлер мен шағын объектілер үшін), коммуналдық (кенттер, мекемелер, өндірістік кешендер үшін), сондай-ақ тау-кен кәсіпорындары мен инфрақұрылымдық кешендерді қоса алғанда, энергияны көп қажет ететін ірі объектілерге қызмет көрсететін өнеркәсіптік немесе өңірлік болуы мүмкін.

Осылайша, гибридті жүйелер тұрақтылық, үнемділік және энергиямен жабдықтау сенімділігі арасындағы тепе-теңдікті қамтамасыз ететін икемді және перспективалы тұрақты даму құралы болып табылады. Олардың дамуы энергетиканы декарбонизациялауға және экономиканың әртүрлі салаларында жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды кеңейтуге ықпал етеді.

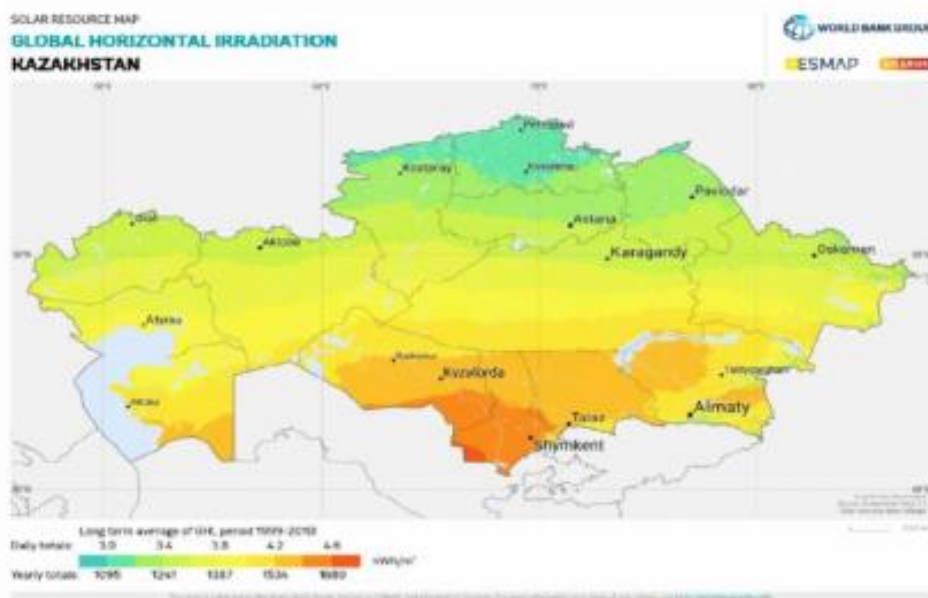
2.2 Гибридті жүйелердің негізгі компоненттері: күн, жел және дизельді генерация

Гибридті энергетикалық жүйенің тиімділігі оның компоненттерін дұрыс таңдауға және біріктіруге тікелей байланысты. Ең көп таралған конфигурация-күн және/немесе жел генерациясының дизельді генератормен және энергияны сақтау жүйесімен үйлесуі. Бұл комбинация әр көздің артықшылықтарын пайдалануға, олардың әлсіз жақтарын өтеуге және тұрақсыз генерация жағдайында да тұрақты электрмен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Күн генерациясы Күн радиациясын электр энергиясына айналдыратын фотоэлектрлік панельдерді қолдануға негізделген. Бұл технологияның басты артықшылықтарының бірі-экологиялық таза және жанармай шығындарының болмауы. Алайда, энергия өндірісі ауа-райына және тәулік уақытына байланысты. Тұрақтылықты арттыру үшін күн панельдері көбінесе тұрақты токты айнымалы токқа түрлендіретін инверторлармен және дискілердің жұмысын реттейтін заряд контроллерлерімен толықтырылады.

Күн энергиясы-белгілі бір түрде энергия алу үшін күн сәулесін жанама пайдалануға негізделген баламалы энергетикалық бағыт. Күн энергиясы экологиялық таза болып саналады, яғни пайдалану процесінде зиянды қалдықтар қалдырмайды.

Күн электр станциялары арқылы энергия өндіру таратылған энергия өндіру тұжырымдамасына сәйкес келеді. Қазақстанда күн энергиясын пайдалану да шамалы, бұл ретте күн сәулесінің жылдық ұзақтығы жылына 2200 3000 сағатты, ал бағаланатын қуаты жылына 1 м²-ге 1300-1800 кВт құрайды.



4 – сурет - Қазақстанның күн радиациясының қарқындылық картасы

Орталық Азияның ең ірі елі Қазақстан Күн энергиясының орасан зор әлеуетіне ие. Күн радиациясының мөлшері жылына бір шаршы метрге 1300-1800

кВт-сағ құрайды (сурет). Күн энергиясының жылдық потенциалы 2,5 миллиард кВт сағ деп бағаланады.

Қазақстан аумағының кемінде 50% - ы күн электр станцияларын орнатуға жарамды . Алайда, соңғы уақытқа дейін елдің Күн ресурстары электр энергиясын өндіру үшін пайдаланылды. Қазақстан Күн энергетикасы технологияларын, атап айтқанда жергілікті кремнийді пайдалана отырып, фотоэлектрлік модульдер өндірісін дамытуда. Қазақстан кремнийге бай болғандықтан, ішкі нарықта кремний күн батареяларын өндіру басталды . Осыған байланысты жақында Нұр-Сұлтанда фотоэлектрлік модульдер шығаратын "Астана Солар" зауыты іске қосылды. Зауыт қазақстандық кремнийден күн батареяларын өндіретін болады. Фотоэлектрлік плиталардың жобалық қуаты 50 МВт құрайды, оны 100 МВт-қа дейін ұлғайтуға болады.

Халықаралық энергетикалық агенттіктің (ХЭА) мәліметтері бойынша, 40 жыл ішінде күн энергиясы елдің энергия қажеттілігінің шамамен 20-25% - ымен қанағаттандыра алады. Сонымен қатар, қажетті электр энергиясының бұл үлесі көмірқышқыл газының шығарындыларын жыл сайын 6 миллиард тоннаға азайтуға мүмкін.

Жел генерациясы гибриді жүйелерде, әсіресе желдің жоғары және тұрақты әлеуеті бар аймақтарда белсенді қолданылады. Заманауи жел турбиналары жел жылдамдығының кең ауқымында тиімді жұмыс істей алады. Күн генерациясынан айырмашылығы, жел көбінесе түнде энергия өндіруді қамтамасыз ете алады, осылайша күн генерациясының күнделікті профилін толықтырады. Сонымен қатар, ол сақтау жүйелерін қолдануды және жүктемені интеллектуалды басқаруды қажет ететін өзгергіштіктің жоғары деңгейімен ерекшеленеді.

Дизельді генераторлар дәстүрлі түрде резервтік немесе негізгі қуат көзі ретінде пайдаланылады, әсіресе шалғай аудандарда. Олардың басты артықшылығы-жоғары сенімділік және жаңартылатын көздерден энергияның жетіспеушілігімен энергетикалық шыңдарды жедел жабу мүмкіндігі. Сонымен қатар, дизельдік қондырғылар жоғары пайдалану шығындарымен, отын жеткізіліміне тәуелділікпен және ластаушы заттар шығарындыларының едәуір деңгейімен бірге жүреді. Сондықтан, қазіргі гибриді жүйелерде олар көбінесе көмекші рөл атқарады, тек жеткіліксіз генерация кезінде немесе қажет болған жағдайда жүйенің сенімділігін арттыру кезінде іске қосылады.

Қазіргі гибриді жүйелердің ажырамас элементі-батарея қуатын сақтау. Олар аз тұтыну кезеңінде өндірілген артық энергияны жинақтауға және оны ең жоғары жүктеме кезінде немесе генерация болмаған кезде пайдалануға мүмкіндік береді. Литий-ионды батареялар жоғары энергия тығыздығы мен ұзақ қызмет ету мерзіміне байланысты кеңінен қолданылады, бірақ кейбір жағдайларда қол жетімді қорғасын-қышқылды дискілер де қолданылады.

Гибриді жүйенің соңғы құрамдас бөлігі барлық көздер мен тұтынушыларды оңтайлы үйлестіруді қамтамасыз ететін интеллектуалды басқару жүйесі болып табылады. Ол ағымдағы жағдайларды (жүктеме, ауа райы болжамы, батареялардың күйі) талдайды және белгілі бір энергия көзін қосудың

басымдықтары туралы шешім қабылдайды. Бұл бүкіл жүйенің тиімділігін арттырып қана қоймай, оның компоненттерінің қызмет ету мерзімін едәуір ұзартуға мүмкіндік береді.

Осылайша, күн, жел және дизель генерациясының сақтау және басқару жүйелерімен сауатты үйлесуі әртүрлі жұмыс жағдайларына бейімделе алатын тұрақты, үнемді және экологиялық таза энергия жүйесін құруға мүмкіндік береді.

5 - кесте - ЖЭК жүйесінің мақсаты мен ерекшеліктері

Компонент	Мақсаты	Ерекшеліктері
Күн панельдері	Күннен электр энергиясын өндіру	Инсоляцияға тәуелділік, күндіз шыңы
Жел турбиналары	Желден энергия өндіру	Желдің жеткілікті жылдамдығымен жұмыс істеу
Дизель генераторлары	Резервтік энергия көзі	Жоғары сенімділік, жоғары шығындар
Батареялар	Артық энергияны сақтау	Литий-ионды, қорғасын-қышқыл және т. б.
Басқару жүйесі	Барлық көздер мен дискілерді үйлестіру	Оңтайландыру және теңгерімдеу

2.3 Басқа елдердің тау-кен өнеркәсібінде гибриді жүйелерді енгізу тәжірибесі

Тау-кен өнеркәсібі тұрақты, сенімді және үнемді энергиямен қамтамасыз етуді қажет етеді, әсіресе шалғайдағы және жету қиын кен орындарында. Гибриді энергетикалық жүйелерді енгізу энергетикалық тәуелсіздікті арттырудың, парниктік газдар шығарындыларын азайтудың және отын шығындарын оңтайландырудың негізгі факторы болды.

Австралияда кеніштерде ауқымды гибриді жобалар белсенді түрде жүзеге асырылуда. Мысалы, Батыс Австралиядағы Gold Fields компаниясының Agnew Gold Mine компаниясы 4 МВт күн электр станциясымен, 18 МВт жел паркімен, 13 МВт·сағ батареялармен және дизельді генерациямен біріктірілген жүйені пайдаланады. Бұл объектінің энергетикалық қажеттіліктерінің жартысынан көбін ЖЭК есебінен жабуға мүмкіндік берді. Мұндай жүйе жоғары тиімділікті көрсетті, әсіресе аймақтың қатты инсоляциясы мен жел белсенділігі жағдайында.

Канадада Glencore-ға тиесілі Raglan кеніші жел генерациясы мен сақтау дискілеріне негізделген гибриді жүйені енгізу үшін пилоттық қондырғыға

айналды. 3 МВт жел генерациясы жүйесі мен литий-ионды батареялар дизель отынын тұтынуды жыл сайын 2,4 миллион литрге төмендетуді қамтамасыз етті. Жоба Арктика жағдайында жүзеге асырылды, бұл гибриді шешімдерді экстремалды климаттық жағдайларда да тиімді пайдалану мүмкіндігін растайды.

Африкада, Намибияның оңтүстігінде, B2Gold Otjikoto кеніші 7 МВт күн станциясын қамтитын күн-дизельді гибриді жүйені пайдаланады. Бұл дизельдік отын шығындарын едәуір азайтуға, сондай-ақ күндізгі уақытта тұрақты электр қуатын қамтамасыз етуге мүмкіндік берді. Станция өзінің рентабельділігін пайдаланудың алғашқы жылдарында дәлелдеді.

Чилиде Атакама шөлінде гибриді күн-дизельді жүйелерді енгізу мемлекеттік энергетикалық стратегияның бөлігі болды. Мыс-елдің Негізгі экспорттық ресурсы, ал кеніштерді тұрақты энергиямен қамтамасыз ету экономика үшін өте маңызды. ЖЭК негізіндегі жүйелерді енгізу CO₂ шығарындыларын азайтуға және елдің энергетикалық тәуелсіздігін нығайтуға көмектеседі.

Басқа сәтті мысалдарды Индонезияда табуға болады, онда шалғай аралдарда күн және дизель генерациясы бар модульдік гибриді жүйелер қолданылады, сонымен қатар платина мен алтын кеніштерінде гибриді қондырғылар белсенді түрде енгізіліп жатқан Оңтүстік Африкада.

Осылайша, әлемдік тәжірибе көрсеткендей, гибриді жүйелер тау-кен нысандарын сенімді энергиямен қамтамасыз ете отырып, әртүрлі климаттық және географиялық жағдайларда тиімді жұмыс істей алады. Энергетиканы орталықсыздандыру үрдісі, ЖЭК және жинақтағыштар құнының төмендеуі, сондай-ақ компаниялардың экологиялық тұрақтылыққа ұмтылуы осы шешімдердің одан әрі таралуына ықпал ететін болады.

2.4 ЖЭС енгізуге арналған жабдықтар

2.4.1 СЭС үшін фотоэлектрлік панельдер

Фотоэлектрлік панельдер (күн батареялары) – зарядталған бөлшектердің қозғалысы арқылы күн сәулесінің (фотондардың) энергиясын электр энергиясына айналдыру арқылы тұрақты ток шығаратын жартылай өткізгіштерге негізделген құрылғылар.

Фотоэлектрлік эффект-бұл материалдың күн сәулесінің әсерінен электр тогын шығару қабілеті. Күн энергиясы материалдағы электрондарды бөліп, электр тогының ағынын тудырады.

Күн панелі фосфор мен бор қосылған кремний қабаттары болып табылатын көптеген фотоэлектрлік элементтерден тұрады. Бұл қабаттар күн сәулесі түскен кезде электр зарядын тудырады. Фотоэлектрлік элементтер модульдерге біріктіріліп, кернеуді тұрақты ток жүйелерінде қолдануға болатын деңгейге дейін реттеуге мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта күн панельдерінің ең көп таралған үш түрі бар:

- Аморфты күн панельдері (жұқа пленка): олардың қолданылуы азаяды, нақты құрылымы жоқ. Көбінесе олар жұмыстың алғашқы айларында тиімділігінің едәуір бөлігін жоғалтады. Аморфты жасушалардың басқа түрлермен салыстырғанда тиімділігі төмен болғанымен (бірдей қуат алу үшін монокристалды панельдерге қарағанда екі есе көп аймақ қажет), олар икемді және жоғары температураға жақсы төзеді.



5 – сурет - Аморфты күн панельдері

- Поликристалды күн панельдері әртүрлі бағыттарға бағытталған көптеген кремний кристалдарын қолданумен сипатталады, бұл оларға тән көкшіл реңк береді. Негізгі артықшылығы-монокристалды панельдермен салыстырғанда өндіріс құнының төмендеуі. Алайда, бұған күн энергиясын түрлендіру тиімділігін төмендету арқылы қол жеткізіледі. Поликристалды панельдер де жоғары температураға сезімтал, бұл олардың ыстық ауа-райында нашарлауына әкеледі және олардың қызмет ету мерзімін қысқартады.



6 – сурет- Поликристалды күн панельдері

- Монокристалды күн панельдері-бұл күн энергиясы әлеміндегі премиум өнім. Олардың жасушалары электрондардың еркін қозғалысын қамтамасыз ететін қатты, жоғары таза кремний кристалынан жасалған. Бұл панельдердің басқа түрлерімен салыстырғанда тиімділік пен өнімділіктің жоғарылауына әкеледі. Өндіріс процесінің қымбаттығына қарамастан, монокристалды панельдер күн сәулесін электр энергиясына айналдырудың айтарлықтай жоғары тиімділігін көрсетеді.



7 – сурет -Монокристалды күн панельдері

2.4.2 Инверторлар мен контроллерлер және олардың түрлері

Инвертор-кернеуді реттеу мүмкіндігімен тұрақты токты (DC) айнымалы токқа (AC) түрлендіретін түрлендіргіш. Әдетте, ол айнымалы кернеуді тудырады, оның пішіні синусоидаға жақындайды немесе дискретті сигнал болып табылады. Желілік инвертор, атап айтқанда, күн панельдерінен алынған тұрақты токты тұрмыстық электр желілерінде қолдануға жарамды айнымалы токқа түрлендіруге арналған. Желілік инвертордың басты ерекшелігі-оның сыртқы электр желісіне тәуелділігі: қалыпты жұмыс істеу үшін оны жиілікте синхрондау керек. Сондықтан ол автономды түрде жұмыс істей алмайды және тек резервтік немесе тәуелсіз электрмен жабдықтауды қамтамасыз ету үшін емес, қолданыстағы желіге энергия беру үшін баламалы энергетикалық жүйелерде қолданылады.

Көп жағдайда аккумуляторлық инверторлар кіріктірілген зарядтағышпен және батареяларды электр желісінен зарядтау жүйесімен жабдықталған. Күн панельдері, жел генераторлары және гидротурбиналар сияқты баламалы энергия көздерімен жұмыс істеу үшін, әдетте, сыртқы инвертор энергия контроллері арқылы батареяларды зарядтауға мүмкіндік беретін бөлек зарядтағыш қажет.

Зарядтау контроллері күн панельдерінен алынған энергияны күн электр станциясындағы батареяларды зарядтайтын токқа түрлендіруге арналған. Күн панельдерінің және жалпы жүйенің тиімділігі таңдалған контроллердің сапасы мен түріне байланысты.

6 – кесте- Контроллерлердің артықшылықтары мен кемшіліктері

Реттеу	Артықшылығы	Кемшіліктері
Шунттық	1) төмен деңгей электромагниттік кедергілер 2) төмен құлау кілттердегі кернеулер 3) қуаттың аз шығыны СБ тікелей есебінен СБ с а қосылыстары	1) кезінде көбірек қыздыру реттеу 2) пайдалануға болады тек СБ
МРРТ	1) Әр түрлі кернеу контроллердің кірісі мен шығысы 2) қосылуға болады әр түрлі көздер кіру 3) гальваникалық айырбастау кіру және шығу 4) Үлкен өндіріс жұмыс есебінен энергия ТММ модулі	1) шығындар түрлендірулер 2) неғұрлым күрделі технология 3) жоғары баға
Дәйекті барлық контроллерлер	1) пайдалануға болады әр түрлі көздер 2) аз қыздыру реттеу 3) көзді өшіру толық зарядта	1) Шығын дәйекті кілттер 2) Үлкен ток секірістері реттеу мыналарға әкеледі жоғары электромагниттік кедергі

Контроллер арқылы басқару тізбегіндегі электр кедергісі, электр құрылғыларын қосу схемалары және қозғалтқыштардың қоздыру жүйелері реттеледі. Басқару әдетте қолмен де, автоматты режимде де жүзеге асырылуы мүмкін.

Зарядтау контроллері батареяларды дұрыс зарядтау және күн панелі батареяны зарядтау үшін қажет болғаннан көп электр қуатын өндірген кезде артық зарядтаудан қорғау үшін дербес фотоэлектрлік жүйелерде қолданылады.

Зарядтау контроллері келесі критерийлер бойынша ерекшеленеді:

- 1) Толық зарядталған батареяның кернеуіне жеткен кезде соңғы сатыдағы зарядтау алгоритмі;
- 2) Токты реттеу әдісі (шунттық және сериялық);
- 3) Күн Модулінің максималды қуат нүктесін (ПММ) бақылау функциясының болуы.

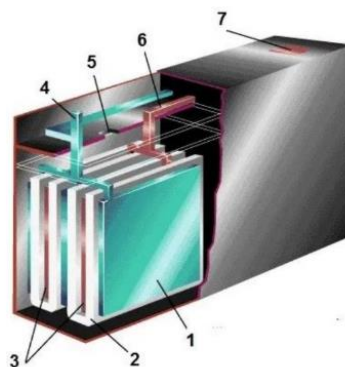
2.4.3 Батарейалар және олардың түрлері

Қайта зарядталатын батареялар-бұл қажетті қуат пен жұмыс ұзақтығын қамтамасыз ететін сериялық немесе параллель қосылған батареялардан тұратын құрылғылар. Батарейалардың ерекшелігі-олардың электрохимиялық реакциялардың қайтымдылығына байланысты бірнеше заряд-разряд цикліне қабілеттілігі. Осының арқасында олар әртүрлі салаларда, соның ішінде автомобиль өнеркәсібінде, тұрмыстық электроникада (қашықтан басқару пульттері, ноутбуктер), сондай-ақ медициналық жабдықтарда, өнеркәсіптік қондырғыларда және ғарыш аппараттарында үздіксіз қуат көзі ретінде қолданылады.

Батарея түрлері:

- сілтілі батареялар;
- литий-ионды батареялар;
- литий-полимерлі батареялар;
- гелий батареялары;
- қорғасын-қышқылды аккумулятор;
- никель-металл - гибриді батареялар;

Батареялар, әсіресе күн электр станциялары үшін жасалған, күн панельдері шығаратын Энергияны сақтаудың оңтайлы шешімі болып табылады. Басқа жүйелерден айырмашылығы, күн электр станцияларында тұтынушы тікелей аккумуляторда жинақталған электр энергиясын пайдаланады. Қорғасын-қышқылды аккумуляторлар фотоэлектрлік жүйелерде жиі қолданылғанымен, күн электр станцияларына арналған арнайы аккумуляторлар, тіпті сол технологияны қолданған кезде де, әдеттегі батареялардан едәуір асып түседі.



1-теріс электрод; 2 - бөлу қабаты; 3-оң электродтар; 4-теріс байланыс; 5-қауіпсіздік клапаны; 6-оң электродтар; 7-оң байланыс;

8-сурет - Батарея құрылымы

Қайта зарядталатын батарея - бұл бір-бірімен байланысқан жеке батареялар жиынтығы. Байланыс жалпы кернеуді арттыру үшін сериялық немесе

жалпы ток күшін арттыру үшін параллель болуы мүмкін. Әрбір батарея екі электродтан (анод пен катод) және берік корпусқа салынған электролиттен тұрады. Анодта (теріс электрод) электрондарды беретін зат (тотықсыздандырғыш), ал катодта (оң электрод) электрондарды қабылдайтын зат (тотықтырғыш) болады. Корпус ішіндегі белгіш электродтар арасындағы қысқа тұйықталуды болдырмайды. Электролит-бұл электродтар орналасқан сулы ерітінді. Батарея заряды таусылғанда, анод электролит арқылы катодқа ауысатын электрондарды береді, бұл электр тогын тудырады. Катодта бұл электрондар тотықтырғышты тотықсыздандырады. Негізінде электрондар құрылғының жұмысын қамтамасыз ету үшін теріс электродтан оң электродқа ауысады.

3 Донской ГОКтің қосалқы бөлігін ЖЭК алмастыру

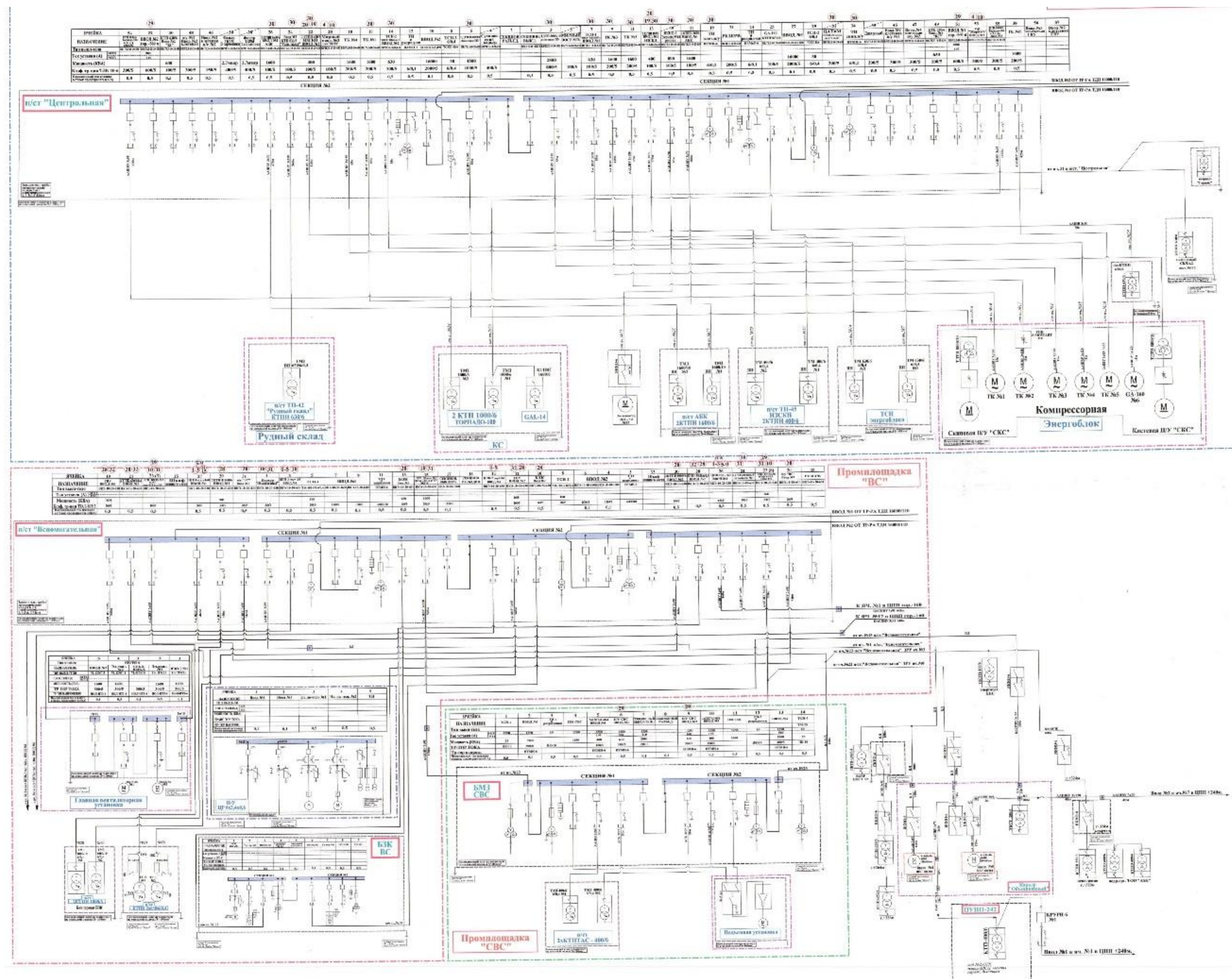
3.1 Нысанның сипаттамасы

Өз қызметін 1938 жылы хром өндіруден бастап, Қазхром өзінің байыту және металлургиялық қуаттарын біртіндеп кеңейтіп, нәтижесінде әлемдік деңгейдегі өндіруші интеграцияланған компанияға айналды, жетекші өндіруші компаниялардың біріне және Қазақстанның ірі жұмыс берушілерінің біріне айналды. Дон КБК құрамында 28 құрылымдық бөлімше бар, қызметкерлер саны-8000-нан астам адам. Негізгі өндіріс бес бөлімшеде шоғырланған: Қазақстан тәуелсіздігінің 10 жылдығы атындағы шахталар, "Молодежная", "Болашақ" шахталары, "Донской" кеніші, кен байыту және окомкование фабрикасы және № 1 Ұсақтау-байыту фабрикасы.

2023 жылы ERG Green жаңа шламды өңдеу байыту фабрикасы пайдалануға берілді. Бұл Дон Гоктың шөгінділерін қайта өңдеу бойынша ауқымды бағдарламаның төрт жобасының бірі. Оны сату нәтижесінде 14,5 млн тонна Тарихи жинақталған қалдықтар қайта өңделетін болады. Жыл сайын фабрикада жұмыс істеп тұрған өндірістердің 1,7 млн тоннаға жуық қалдықтары мен тарихи жинақталған шламдар қайта өңделетін болады. Мұндағы шламдар гравитациялық байыту әдісімен өңделеді. Шикізаттың осы түрінен хром оксидін алу үшін бұл әдіс әлемнің кез-келген жерінде қолданылмаған. Алынған тауар концентратында кем дегенде 48.5% хром оксиді бар. Зауыт бірден екі маңызды мәселені шешеді: жинақталған шламдардың көлемін азайтады, яғни аймақтың экологиялық әл-ауқатын жақсартады және ERG ферроқорытпа зауыттарын концентратпен қамтамасыз етуді қолдайды.

2024 жылы Дон КБК-де жобалық қуаты жылына 7,5 млн тонна хром кенін құрайтын "болашақ" жаңа шахтасы іске қосылды. Шахтаға екі кен орнын – "Миллионное" және "Алмаз-Инжу" игеру кіреді. Мұнда тау-кен жұмыстары 800-ден 1200 метрге дейінгі тереңдікте бес жерасты көкжиегімен жүреді. Бұл әлемдегі ең терең шахталардың бірі. Сондай – ақ, Қазақстандағы қара металдарды өндіру бойынша ең терең шахта оқпаны-жер астында бір километрден астам.

Өндіру процесінде жаңа шахтада озық технологиялар мен заманауи жабдықтар, соның ішінде автоматты бұрғылау режимі бар ақылды бұрғылау қондырғысы, жер бетінен қашықтан басқару, сондай-ақ толық автоматтандырылған көтеру машинасы қолданылады.



9 – сурет – Нысанның жалпы сұлбасы

Донской тау-байыту комбинатының өндірістік учаскесінің электрмен жабдықталуы 6 кВ кернеуінде жұмыс істейтін екі тәуелсіз қорек көзінен – «Орталық» және «Көмекші» қосалқы станцияларынан жүзеге асырылады. Мұндай шешім бір қосалқы станция істен шыққан жағдайда жүктемені резервтік көзге ауыстыру арқылы сенімді және үзіліссіз электрмен жабдықтауды қамтамасыз етеді.

Орталық қосалқы станция негізгі қорек көзі болып табылады және энергияны ең көп тұтынатын технологиялық учаскелерге береді. Атап айтқанда, бұл – кен қоймасы, компрессорлық станция, энергетикалық блок, негізгі жабдықтың электрқозғалтқыштары, сондай-ақ тарату қалқандары мен қосалқы механизмдер. Электр энергиясы КРУ-6 кВ арқылы таратылады, одан әрі кабельдік желілер арқылы КТП 1000/6, КТП 630/6 сияқты трансформаторлық қосалқы станцияларға беріледі. Бұл жерде кернеу 6 кВ-тан 0,4 кВ-қа дейін төмендетіліп, кейін тұтынушыларға жалпы мақсаттағы қалқандар (ЩО) арқылы таратылады. Бұл қалқандардан электрқозғалтқыштар, сорғылар, жарықтандыру құрылғылары мен басқа да тұтынушылар қоректенеді.

«Көмекші» қосалқы станция энергияны салыстырмалы түрде аз жүктемелі, бірақ маңызды учаскелерге береді. Оларға «ВС» және «СВС» өндірістік алаңдары, желдету жүйесі, сорғы станциялары, автоматика және бақылау-өлшеу аспаптары (БӨА) учаскелері жатады. Сонымен қатар, бұл қосалқы станция «Орталық» қосалқы станциясының кейбір тұтынушыларына резервтік қорек көзі болып табылады, бұл жөндеу немесе апаттық жағдайларда өте маңызды. Мұндай құрылым жүктемені икемді түрде қайта бөлуге және кәсіпорын жұмысының үздіксіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Электрмен жабдықтау жүйесінің барлық бөліктерінде заманауи релелік қорғаныс және автоматика (РҚА) құралдары қарастырылған. Олар жабдықтың тұрақты және сенімді жұмысын қамтамасыз етеді. Қысқа тұйықталудан, артық жүктемеден, фазалардың асимметриясынан, рұқсат етілмеген кернеуден қорғау, сондай-ақ электрқозғалтқыштарды жылу мен ток бойынша қорғау жүзеге асырылады. Сонымен қатар, автоматты резервтік қосу (АРҚ) функциясы іске асырылған, ол негізгі қорек көзі ажыратылған кезде резервтік желіні автоматты түрде қосуға мүмкіндік береді. Барлық негізгі түйіндер диспетчерлік қадағалау және дабыл беру жүйелерімен жабдықталған, бұл желінің күйін нақты уақытта бақылауға және жедел әрекет етуге мүмкіндік береді.

Электрмен жабдықтаудың сенімділігін арттыру үшін тұтынушылар радиалды және сақиналы схемалар бойынша қосылады. Радиалды схема жүктемелерді нақты бөлу қажет учаскелерде пайдаланылады, ал сақиналы схема бір бөліктің істен шығу жағдайында да электрмен жабдықтаудың үздіксіздігін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, шиналарды секциялау мүмкіндігі қарастырылған, бұл апаттық аймақты оқшаулауға және бүкіл жүйені тоқтатпай жөндеу жүргізуге мүмкіндік береді.

Жалпы алғанда, ұсынылған электрмен жабдықтау схемасы өндірістік кәсіпорын үшін электр энергиясын сенімді, қауіпсіз және тиімді жеткізуді қамтамасыз етеді. Ол технологиялық жабдықтың тұрақты жұмысын қолдайды,

жоспардан тыс үзілістердің алдын алады және кәсіпорынның түрлі режимдерде үзіліссіз жұмыс істеуіне жағдай жасайды.

3.2 Күн панельдерін таңдау

Күн панельдерінің тиімділігі (қазіргі панельдердің тиімділігі шамамен 18-22% құрайды).

Есептеулерді жеңілдету үшін сіздің аймағыңызда күн радиациясы тәулігіне 4 кВт·сағ/м² құрайды (бұл Қазақстанның көптеген өңірлері үшін орташа шама болып табылады).

Вт (0.6 кВт)күн панеліне мысал:

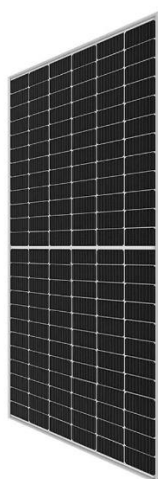
0.6 кВт Панель күніне шамамен $0.65 \text{ кВт} \times 4 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} = 2.6 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$ шығарады.

Егер сіз максималды тұтынуды ескерсеңіз (күніне 6000 кВт·сағ):

Бір панельге $6000 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} / 2.6 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} = 2300$ панель.

$2300 \text{ панель} \times 650 \text{ Вт} = 15000000 \text{ Вт}$ немесе 1500 кВт.

Сондықтан біз 650W Биофасиалды күн модулін таңдаймыз



10 – сурет -Half cell mono-crystalline PV module

7 – кесте – күн панелінің анықтамасы

Номиналды қуаты- P_{max} (Вт)	650 Вт.
Ашық тізбектің кернеуі-VOC (V)	45.32
Қысқа тұйықталу тогы-ISC (A)	18.29
Жұмыс кернеуі-VPM (в)	37.68
Жұмыс тогы- i_{PM} (а)	17.25
Модульдің тиімділігі- η (%)	20.92

Таңдалған ФЭМ ауданы:

$$S_{\text{ФЭМ}} = 2,384 \cdot 1,303 = 3,1 \text{ м}^2,$$

Сәйкесінше, КЭС панелінің саны:

$$N_{\text{КЭС}} = \frac{S_{\text{КЭС}}}{S_{\text{ФЭМ}}} = \frac{7130}{3,1} = 2300 \quad (1.1)$$

КЭС және ФЭМ – нің номиналды қуаты мына формуламен анықталады, кВт:

$$P_{\text{КЭС}} = N_{\text{КЭС}} \cdot P_{\text{ФЭМ}} \quad (1.2)$$

$$P_{\text{КЭС}} = 2300 \cdot 650 = 1500 \text{ кВт}$$

3.3 Инвертор таңдау

Күн контроллері-батареяны басқаруға және конфигурациялауға жауапты электрондық құрылғы. Күн контроллері-батареяны басқаруға және конфигурациялауға жауапты электрондық құрылғы.

Инверторды таңдау шарты келесідей:

- 1) $U_{INV} \geq U_{fem} (U_{AB})$ – инверторлардың кіріс кернеуі күн немесе батарея шығаратын максималды кернеуге тең немесе одан жоғары болуы керек;
- 2) $U_{инв} \geq U_{желіинвертордың}$ шығыс кернеуі желілік тұтынушының қуат кернеуіне тең болуы керек;
- 3) $P_{инв} \geq P_{жалпы.желе-инвертордың}$ шығыс қуаты 30-ға көбейтілген сызықтық қуаттан үлкен немесе оған тең болуы керек%;

Инвертордың максималды қуаты ең қуатты электр қабылдағыштың іске қосу қуатына сәйкес келуі немесе одан асып кетуі керек;

Инверторда берілген желі сияқты жүйе, кернеу және жиілік болуы керек.

Біз инвертордың қуатын 30%-ға көбейту арқылы есептейміз:

$$P_{инв} = P_{ес.жүкт} \cdot 1,3 = 1500 \text{ кВт} \cdot 1,3 = 1950 \text{ кВт}.$$

$$1500 \text{ кВт} / 215 \text{ кВт} \approx 6.9 \Rightarrow 7 \text{ инверторов}$$



11 – сурет - SUN2000-215KTЛ-H3 инверторы

8 – кесте – инвертор анықтамасы

Модель №	SUN2000-215KTЛ-H3
Тұрақты токтың максималды кернеуі	1500 В
Номиналды тұрақты ток кернеуі	1080 В
Беруді бастау үшін ең аз тұрақты ток кернеуі	550 В
Максималды тұрақты ток	300 А
MPP(T)кернеу диапазоны	500~1500 В
MPP трекерлерінің саны	3

8 – кесте жалғасы

Тұрақты ток кірістері	14
Қосқыштар	MC4
Айнымалы токтың максималды қуаты	215 кВт
Айнымалы токтың номиналды қуаты	200 кВт
Айнымалы токтың номиналды кернеуі	800 В
Максималды айнымалы ток	155.2 А
Жиілігі	50, 60 Гц
Бұрмалау (THD)	< 1 %
Беру фазаларының болмауы	3
Максималды тиімділік	99 %
Еураның тиімділігі	98.8 %
Өлшемдері (В / В / Г)	700x1035x365 мм
Салмақ	86 кг
Жұмыс температурасы	-25 ~ +60 °С
Трансформатор	Трансформаторсыз
Қорғау класы	IP66
Ылғалдылық	0-100 %
Салқындату	Вентилятор
Максималды биіктік	4000 м
Интерфейс	RS 485, USB, WLAN
Дисплей	СВЕТОДИОД
Қорғау ерекшеліктері	Аралдардан қорғау (IRS), шамадан тыс токтан қорғау, қорғанысты өшіру құрылғысы (UZO), кері полярлықтан қорғау, кернеуден қорғау

3.4 Контроллерді таңдау

ETracer сериялы күн mrrt заряд контроллері көп фазалы синхронды түзету (MSRT) технологиясын жүзеге асырады. Екі ядролы процессор архитектурасы бар жетілдірілген MPPT басқару алгоритмдері жоғары жауап беру жылдамдығына, жоғары сенімділікке және жоғары өнеркәсіптік стандарттарға ие. Осы сериядағы mrrt күн контроллері күн панельдерінің максималды қуат нүктесін (MPP) жылдам және дәл бақылай алады, осылайша құбылмалы ауа-райында максималды күн энергиясын алады, өз кезегінде MSRT технологиясы бұл энергияны күн жүйесінің энергия тиімділігін күрт арттыратын зарядтау қуатына айналдырудың өте жоғары тиімділігіне кепілдік береді. Modbus

байланыс протоколының интерфейсінің арқасында нақты уақыт режимінде контроллердің жұмысына қашықтан мониторинг жүргізу оңай және ыңғайлы, бұл әсіресе телекоммуникация және байланыс салаларында, қауіпсіздік пункттерінде, жылжымалы посттарда және т. б. кірістірілген Өзін-өзі диагностикалау және ақауларды іздеу функциясы, сондай-ақ электрондық қорғаныстың толық спектрі орнату немесе орнату кезінде қателер туындаған жағдайда контроллердің ішкі компоненттеріне зақым келтірмеуге мүмкіндік береді. системы жүйесі.

Ерекшеліктері:

- Жетілдірілген максималды бақылау технологиясы қуаты (MPPT), тиімділігі кемінде 99,5%
- Өнімділікті жақсартатын жоғары сапалы компоненттер максималды түрлендіру тиімділігі 98% және толық жүктеме 97 %
- Жоғары трансформация тиімділігін жүзеге асыратын MSRT төмен зарядты жағдайлар
- Өте жылдам бақылау жылдамдығы және кепілдендірілген бақылау тиімділігі
- Бірнеше қуат нүктелерін дәл тану және қадағалау
- Максималды Автоматты шектеу функциясы шамадан тыс жүктеме болмауын қамтамасыз ететін PV кіріс қуаты
- MPP жұмыс кернеулерінің кең ауқымы
- Жоғары жылдамдықты және қуатты екі ядролы процессор архитектурасы,

Жауап беру жылдамдығын арттыру жүйенің өнімділігі

MPPT контроллерін таңдау кезінде шарттар ескерілуі керек: контроллердің Шығыс тогының және батареялардың заряды таусылған күйдегі жүйенің кернеуінің көбейтіндісі 20% маржасы бар күн батареяларының жалпы қуатынан үлкен немесе оған тең болуы керек. Яғни, контроллер қуат бойынша таңдалады. Тек біз разрядталған күйді ескергендіктен, жүйенің кернеуі аз болады. Сондықтан контроллер параметрлерінде көрсетілген максималды қуат ескерілмейді.

$$I \times U \geq 1,2 P_{\text{сб.}}$$

Victron SmartSolar MPPT RS 450/200-Tr контроллерін тандаймыз:



12 – сурет - Victron SmartSolar MPPT RS 450/200-Tr контроллері [9]

Smart Solar MPPT RS - бұл Victron компаниясының 48 В тұрақты ток батареяларын зарядтауға арналған күн энергиясын басқару контроллері, үлкен фотоэлектрлік модульдермен жұмыс істейтін жүйелер үшін. Бұл құрылғының 90-460 В тұрақты ток диапазоны, автономды басқару кірістері, толық қосылу мүмкіндігі, оқшауланған фотоэлектрлік қосылымдар, дисплей экраны, батареяны зарядтаудың бағдарламаланатын параметрлері бар. Сондай-ақ, құрылғы белсенді салқындату жүйесімен және толық жабық электр қосылымдарымен жабдықталған.

MPPT технологиясы арқылы SmartSolar RS 90-460 В бос кернеудегі фотоэлектрлік массивтерге қосылып, 48 вольтты аккумуляторды 200 А дейін тиімді зарядтауға мүмкіндік береді. Зарядтау параметрлері тұрақты қадаммен реттеліп, түрлі типтегі аккумуляторларға — қорғасын-қышқылды, литий және басқа химиялық құрамдастарға бейімделеді.

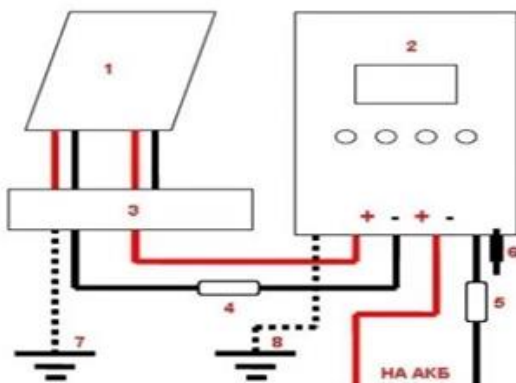
VictronConnect мобильді қосымшасының көмегімен құрылғыны орнатып, бақылауға болады. Бұл бағдарлама бүкіл жүйені конфигурациялауға, басқаруға және батареяның кернеуі мен тоғы, фотоэлектрлік жүйенің параметрлері, деректер тарихы мен қалыптасқан өзгерістердің динамикасын бақылауға мүмкіндік береді.

SmartSolar RS құрылғысында сериялық қосылым үшін VE және беріліс кірістері бар. Қосымша SmartSolar RS және VE құрылғыларымен Can.Bus арқылы байланыс орнатуға мүмкіндік беретін функция бар. Өзара қосылған жағдайда, барлық заряд контроллері зарядтау процестерін синхрондайды, әрі деректер GX құрылғысымен (мысалы, Cerbo GX) осындай байланыс арқылы ұйымдастырылады.

Егер GX құрылғысы интернетке қосылған болса, Victron компаниясының қашықтан басқару порталы (VRM) SmartSolar RS заряд контроллерінің функцияларын толық пайдалану үшін мүмкіндіктер береді. Егер құрылғы GX-мен және интернетпен қосылған болса, пайдаланушылар кез келген уақытта толық функционалдылыққа қол жеткізе алады. Қашықтағы нүктелер үшін, егер internet байланысы болмаса, GLOBALINK 520 қосу арқылы MPPT-ны басқаруға болады.

SmartSolar RS-те алдыңғы панелінде дисплей бар, ол батареяның кернеуі, зарядтау тоқтары және екі массивтің жеке-жеке кернеуін көрсетеді. Сонымен бірге, дисплей лездік және жиынтық мәліметтерді, сондай-ақ ықтимал қателер кодтарын көрсете алады.

SmartSolar RS бағдарламаланатын релемен және температура мен кернеуді қашықтан бақылау мүмкіндіктерімен жабдықталған. Қашықтан басқару Victron smallBMS және басқа зарядтау сигналдарын қабылдай алады.



13 – сурет – MPPT қуатты контроллерді қосудың құрылымдық схемасы

3.5 Батареяны таңдау

Батареялармен екі күндік резервті (6000 кВт·сағ) қамтамасыз ету үшін біз литий-ионды батареяларды қолданамыз (LiFePO₄), олар ұзақ өмір сүреді және энергия тығыздығы жоғары. Біз әр модуль үшін 100 кВт / сағ сақтай алатын батареяларды қолданамыз, ол үшін бізге 60 батарея модулі қажет.

100 кВт/сағ ркnergy энергияны сақтау жүйесі (ESS) – бұл энергияны сақтауға арналған сенімді және берік шешім. Ол 15 жылдық қызмет көрсетуге арналған литий-темір-фосфат (Lifero ф) аккумуляторларына негізделген және оңтайлы жұмыс пен қауіпсіздік үшін PCS және BMS жүйелерімен жабдықталған.

Бұл жүйені пайдалану, әсіресе күн панельдерімен үйлескенде, тұрақты қуат пен жоғары ROI қамтамасыз ететін дербес микрожеліні құруға мүмкіндік береді. Бұл энергетикалық тәуелсіздікке және басқарылаты энергияны тұтынуға ұмтылатындар үшін тамаша шешім.



14 – сурет - PK-ESS-A батареясы

9 – кесте – батарея анықтамасы

Түрі	LFP
Номиналды сыйымдылығы [Ah]	280
Номиналды кернеу [V]	3.2
Кернеу диапазоны [V]	2.8~3.55
Заряд тогы [A]	140
Разряд тогы [A]	140
Размеры [мм]	72*174*207(Т*Ш*В*Г)

Батарея жинағының қуат сыйымдылығы оның номиналды мәнімен анықталады

сыйымдылықты кернеуге көбейту арқылы анықталады.

Фотоэлектрлік модульдерді негізгі энергия көзі ретінде пайдаланған кезде батареялар қосымша энергия көзі ретінде пайдаланылады. Брондау уақыты-24

сағат. Сондықтан, батареялар күн сәулесінде белсенді болған кезде, электр энергиясы төмен сұраныста резервтік энергия ресурстарын жинақтау қажет

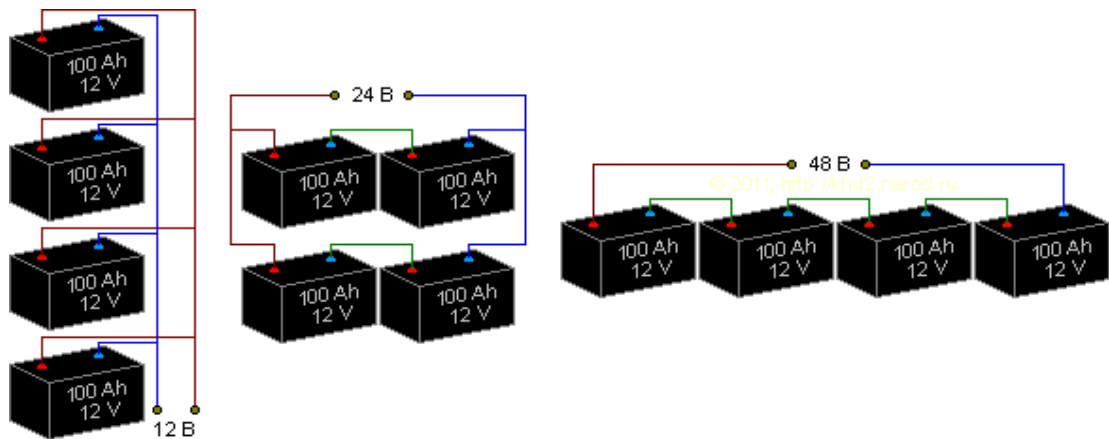
Осы жүктеме үшін қажетті батареялардың санын анықтаңыз.

Батареялар күн сайын зарядталатындықтан, олардың қызмет ету мерзімін ұзарту үшін қайтару коэффициентін ескеру қажет. Егер зарядтағыштың тереңдігі жалпы энергия болса, 50 болса% :

$$W_{\text{толық}} = \frac{P_{\text{кэс}}}{0,5} = \frac{1500 \text{ кВт}}{0,5} = 3000 \text{ кВт} \quad (1.3)$$

Батареяларға қажет жалпы сыйымдылық:

$$C_{\text{аб}} = \frac{W_{\text{толық}}}{U} = \frac{3000 \text{ кВт}}{69,12} = 43,4 \text{ кА} \cdot \text{сағ} \quad (1.4)$$



15 – сурет - Жүктемені қамтамасыз ету үшін талап етілетін Ампер-сағат саны формула бойынша анықталады:

$$C_{\text{сут}} = \frac{W_{\text{сут}}}{U_{\text{и}}} = \frac{1500 \text{ кВт}}{69,12} = 43,4 \text{ кА} \cdot \text{сағ} \quad (1.5)$$

Әрі қарай батареялардың Жалпы қажетті сыйымдылығы анықталады,

$$C_{\text{аб}} = \frac{C_{\text{сут}} \times N}{\delta} \times K_c = \frac{21,7 \times 10^3 \times 2}{0,5} \times 1,2 = 104,15 \text{ кА} \times \text{ч} \quad (1.6)$$

Параллель қосылған батареялар саны:

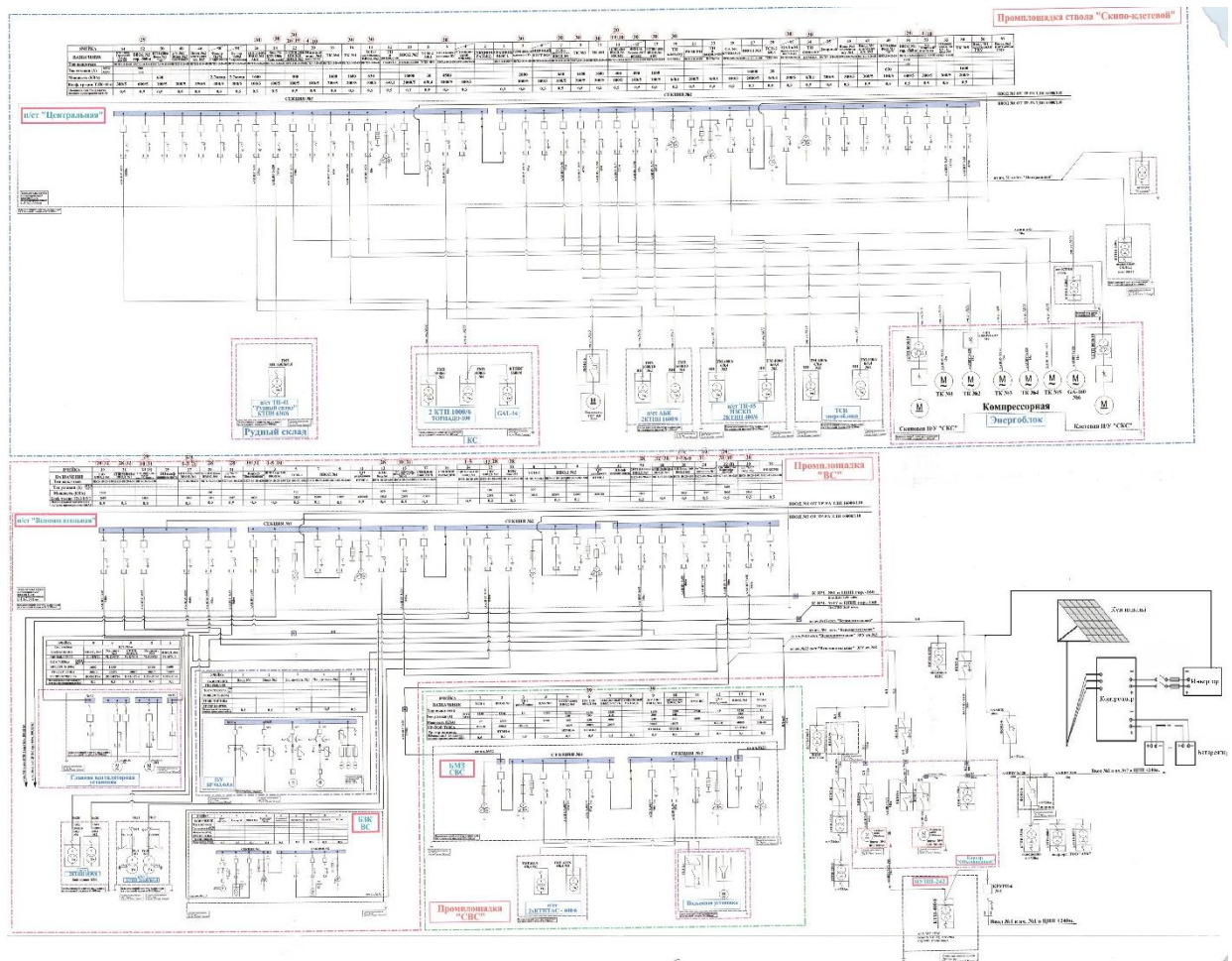
$$m = \frac{C_{\text{аб}}}{C_{\text{ном}}} \quad (1.7)$$

Сериялық қосылған батареялар саны:

$$n = \frac{C_{\text{ном.сис.}}}{C_{\text{ном.АБ.}}} \quad (1.8)$$

Аккумулятордағы аккумуляторлардың жалпы саны $m \cdot N$ көбейтіндісіне тең.

$$m \times n = \frac{C_{\text{ном.сис.}}}{C_{\text{ном.АБ.}}} \times \frac{C_{\text{АБ}}}{C_{\text{ном}}} = \frac{104,14 \times 100 \times 138,24}{69,12 \times 280} = 60 \text{ шт} \quad (1.9)$$



16 – сурет - Күн электр станциясының жоспары

9 – суреттен айырмашылығы сызбаның оң жақ төменгі бөлігінде жаңа күн электр станциясы (КЭС) қосылған. Бұл элемент күн панельдерін, инверторды және оларды жалпы тарату қалқанымен қосу сызбасын қамтиды. Бірінші суретте бұл мүлде болмаған. КЭС-тің енгізілуі – жаңартылатын энергия көздерін қолдану арқылы энергия тиімділігін арттыру мен негізгі желіге түсетін жүктемені азайтуға бағытталған маңызды қадам.

Сондай-ақ, тарату құрылғыларын (ВРУ) қосу тізбектері кеңейтіліп,

нақтыланған. ВРУ-1, ВРУ-2, ВРУ-3 сызбалары қосымша автоматты ажыратқыштармен, тұтынушы топтарымен және есепке алу құрылғыларымен толықтырылған. Бұрын мұндай нақты бөліну мен бөлшектелген сызбалар болмаған.

Компрессор қондырғысын қосу құрылымы өзгертілген. Екінші сызбада әрбір электр қозғалтқыштың бөлек қоректену арналары мен оларды қорғау құрылғылары нақты көрсетілген.

Сонымен қатар, сызбаның жоғарғы бөлігінде орналасқан кестелер мен техникалық мәліметтер толықтырылып, жаңартылған. Жаңа жолдар мен сипаттамалар енгізілген, олар бірінші нұсқада жоқ болған.

Тарату құрылғылары мен трансформаторлық қосалқы станциялар арасындағы байланыстар жаңартылған. Кейбір желілер енді тармақталған түрде көрсетіліп, резервтік қорек көздерінің логикасы айқындалған.

Сызбаның оң жақ төменгі жағында жаңа тұтынушылар мен қосымша нысандарды бейнелейтін жаңа қосылу блогы пайда болған.

Осылайша, екінші сызбада:

- 1)күн электр станциясы енгізілген,
- 2)ВРУ құрылымдары нақты көрсетілген,
- 3)компрессор жабдықтарын қосу сызбасы толықтырылған,
- 4)қорғаныс және коммутациялық құрылғылар саны артқан,
- 5)техникалық параметрлер мен кестелер нақтыланған,
- 6)жаңа тұтынушылар схемада көрініс тапқан.

Бұл өзгерістер шахтаның электрмен жабдықтау жүйесінің сенімділігін, тиімділігін және энергия үнемдеу деңгейін арттыру мақсатында жасалған.

3.6 ЖЭК жұмыс жасау принципі

Электр желісіне тұрақты қосылымы жоқ, шалғай орналасқан тау-кен өндірісі объектілерін энергетикалық тұрғыда қамтамасыз ету үшін автономды фотоэлектрлік жүйелерді қолдану орынды. Осы дипломдық жұмыста Хромтау қаласындағы «Донской ГОК» шахтасының қажеттіліктері үшін жобаланған күн энергетикалық жүйесінің құрылымдық сұлбасы 16-суретте көрсетілген.

Бұл жүйе келесі принцип бойынша жұмыс істейді:

1)Күн панельдері күн сәулесін тұрақты ток түріндегі электр энергиясына түрлендіреді. Панельдерді таңдау және орналастыру Хромтау өңірінің климаттық ерекшеліктеріне, яғни жыл бойы жоғары күн радиациясына негізделеді.

2)Күн зарядын реттегіш (контроллер) аккумулятор батареяларының зарядталу процесін интеллектуалды түрде басқарады, оларды артық зарядтан немесе толық разрядтан қорғайды. Бұл — шахтаның үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету үшін аса маңызды.

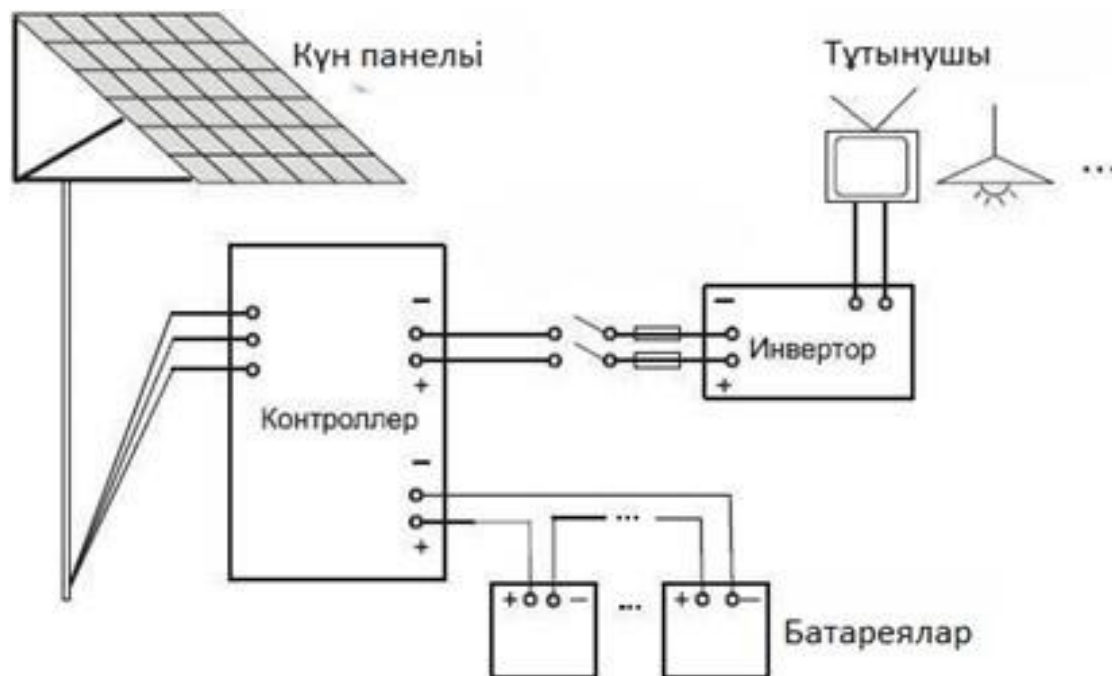
3)Аккумуляторлық батареялар күндіз өндірілген артық электр энергиясын жинақтап, түнгі уақытта немесе күн сәулесі аз кезде тұтынушыларды электрмен жабдықтайды. Қуатты жүктемелерге төзімділігін ескере отырып, литий-темір-

фосфатты аккумуляторларды қолдану ұсынылады.

4) Инвертор тұрақты токты өндірістік стандартқа сай айнымалы токқа (220/380 В, 50 Гц) түрлендіреді. Бұл ток шахтадағы өндірістік жабдықтарды, желдеткіш жүйелерін, жарықтандыру мен басқа да тұтынушыларды қуатпен қамтамасыз етуге қажет.

5) Тұтынушылар — бұл шахтаның технологиялық жабдықтары ғана емес, сонымен қатар әкімшілік-тұрмыстық кешендер, су айдау станциялары, байланыс жүйелері сияқты тіршілікті қамтамасыз ету объектілері.

Осы жүйені қолдану дизельді генераторларға тәуелділікті азайтуға, пайдалану шығындарын төмендетуге және көмірқышқыл газының шығарындыларын қысқарту арқылы экологиялық әсерді азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл гибриді құрылым дәстүрлі энергия көздерімен біріктіруге бейімделген, яғни аса маңызды тау-кен өндірісі инфрақұрылымын жоғары сенімділікпен энергиямен қамтуды қамтамасыз етеді.



17 – сурет – ЖЭК жұмыс жасау принципі [13]

3.7 Өтелімді есептеу

БЭЖ жүйесінің шығын бөліктерінің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін, дайындық бағалары ескеріліп, тиімді орналасуы, өзіндік қажеттілікке жұмсалатын құрылғы шығындары, аккумуляторлар, телемеханикалық байланыс түрлері, жел потенциалы туралы мәліметтер, күн радиациясының түсу мөлшері және басқа да маңызды факторлар есепке алынуы тиіс.

Мәлімдемеге қарап, құрылғылардың, құрылыс пен монтаж шығындары 10 – кестеге саламыз.

10 – кесте

№	Компонент	Саны	Бір бірліктің бағасы (Т)	Жалпы құны (Т)
1	Victron MPPT RS 450/200-TR контроллері	1 шт	1 500 000	1 500 000
2	Huawei sun2000-215kti-H3 инверторы	7 шт	18 000 000	126 000 000
3	650 Вт күн панельдері (екі бет)	2300 шт	110 000	253 000 000
4	ESS PKENERGY 100 кВт·сағ	60 шт	22 000 000	1 320 000 000
5	Жүйені орнату және теңгерім (≈15%)	—	—	255 075 000
	Барлығы			2 210 650 000 Т

Демек, Хромтау қаласындағы "ДонскойГOK" шахтасына электр энергиясымен толық қамтамасыз ететін қос желді күн электр станциясының құрылысына жалпы сома 2 210 650 000 теңге соманы қажет етеді.

Өтеу мерзімі

"ДонскойГOK" шахтасында 1 кВт * сағ энергия құны 24 теңгені құрайды, содан кейін бір жыл ішінде электр энергиясына жұмсалатын жалпы шығындар :

$$6\,000 \text{ кВт} \cdot \text{сағ/күн} \times 24 \text{ Т} = 144\,486\,928 \text{ Т}$$

Содан кейін өтеу мерзімі:

$$2\,210\,650\,000 \text{ Т} \div 144\,486\,928 \text{ Т} \approx 15.3 \text{ жыл}$$

Сонымен, күн электр станциясын ақталуы 15 жыл болады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста Хромтау қаласындағы "ДонскойГОК" тау-кен өндіру кәсіпорнының энергетикалық қажеттіліктерін қамтамасыз ету үшін гибридті жаңартылатын Энергетикалық жүйе (ГВЭС) тұжырымдамасы әзірленді. Жүргізілген талдау Қазақстанның тау-кен өндіру саласы жоғары энергия сыйымдылығымен, энергетикалық инфрақұрылымның тозуымен және дәстүрлі энергия көздеріне тәуелділігімен сипатталатынын көрсетті, бұл экономикалық және экологиялық тәуекелдерді тудырады.

Сонымен қатар, аккумуляторлық дискілерді резервтік пайдалану мүмкіндігімен күн мен жел генерациясын біріктіретін гибридті жүйені қолдану ұсынылады. Жүйенің негізгі компоненттері егжей-тегжейлі қарастырылды: күн панельдері, инверторлар, контроллерлер, батареялар және басқару жүйесі. Аймақтың климаттық жағдайлары мен шахтаның өндірістік қажеттіліктеріне сүйене отырып, оңтайлы жабдықты таңдау, сондай-ақ қажетті қуат пен компоненттер санын есептеу жүргізілді.

Техникалық-экономикалық талдау жоғары бастапқы инвестицияларға (2,21 млрд теңге) қарамастан, ГВЭС енгізу кәсіпорынның толық энергетикалық дербестігіне қол жеткізуге, сыртқы энергиямен жабдықтауға тәуелділікті азайтуға және парниктік газдар шығарындыларын азайтуға мүмкіндік беретінін көрсетті. Жобаның өтелу мерзімі шамамен 15,3 жылды құрады, бұл экологиялық әсері бар ұзақ мерзімді инфрақұрылымдық жобалар үшін қолайлы көрсеткіш болып табылады.

Әзірленген гибридті жүйені енгізу Қазақстанның тау-кен өндіру саласын тұрақты дамыту бағытындағы маңызды қадам болуы мүмкін. Ол энергия теңгеріміндегі ЖЭК үлесін ұлғайту, көміртегі ізін азайту және өңірдегі экологиялық жағдайды жақсарту жөніндегі ұлттық мақсаттарға қол жеткізуге ықпал етеді. Ұсынылған модель елдің шалғай немесе энергия тапшылығы бар аудандарындағы басқа кәсіпорындарға да бейімделуі мүмкін.

Осылайша, осы жұмыстың нәтижелері қазақстандық тау-кен өнеркәсібі жағдайында гибридті жаңартылатын энергия көздерін пайдалану перспективасын растайды және осындай бастамаларды мемлекеттік қолдау қажеттігін негіздейді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Министерство энергетики Республики Казахстан. Программа развития электроэнергетики до 2035 года. – Астана, 2023.
- 2 Стратегия низкоуглеродного развития Республики Казахстан до 2060 года. – Астана: Правительство РК, 2021.
- 3 Международное энергетическое агентство (IEA). Renewable Energy Market Update – Outlook for 2023 and 2024. – Paris: IEA, 2023.
- 4 Журавлев В.А. Гибридные возобновляемые энергосистемы: теория и практика. – М.: Энергия, 2021. – 312 с.
- 5 Еркинбаев А.Б., Нуртаев М.К. Солнечная энергетика Казахстана: потенциал, технологии и перспективы. // Вестник энергетики Казахстана. – 2022. – №4. – С. 17–25.
- 6 Досмагамбетов А.К., Исабеков Б.Ш. Анализ внедрения ВИЭ в горнодобывающей промышленности Казахстана. // Журнал «Индустриальная энергетика». – 2023. – №2. – С. 44–51.
- 7 Нормативно-правовой акт: Закон Республики Казахстан «Об энергетике» №588-ІІ от 09.07.2004 г. (с изменениями и дополнениями на 2024 год).
- 8 Технические условия по проектированию солнечных электростанций. ГОСТ 56817-2015. – М.: Стандартинформ, 2015.
- 9 Victron Energy. Официальная документация на контроллеры MPPT RS
- 10 Huawei. Datasheet for SUN2000-215KTL-H3 inverter.
- REN21. Renewables Global Status Report 2023. – Paris: REN21 Secretariat, 2023.
- 11 PKENERGY. Energy Storage System Technical Datasheet.
- Kazhydromet. Среднегодовые показатели солнечной радиации по регионам Казахстана. – Алматы, 2023.
- 12 Исатаев Ж.К. Перспективы развития солнечной энергетики в Казахстане. // Энергетическая политика и экономика. – 2022. – №3. – С. 29–35.
- 13 СТ КазННТУ – 09 – 2023. Работы учебные. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала.- КазННТУ, 2023