

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 1 (2025)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/PXLE1275>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындық Ә.Б., *доктор PhD*

Редакция алкасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Алиферов А. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Кошеков К. Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е. В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Кислов А. П.,	<i>к.т.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А. Р.	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

<https://doi.org/10.48081/EAFC7528>

***Б. Онгар¹, А. А. Жуматова², Ж. С. Дүйсенбек³,
К. А. Баянбаев⁴**

^{1,2,4}Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

³Ф. Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8333-8343>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9606-7557>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7844-4240>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9635-0424>

e-mail: b.ongar@satbayev.university

ШАҒЫН ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ЖАҢА ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ СИНХРОНДЫ ГЕНЕРАТОРЛАРДЫ ТАЛДАУДЫ КЕҢЕЙТУ

Қазіргі заманғы экологиялық талаптарға жауап беретін баламалы энергия көзі ретінде шағын су энергетикасының артықшылықтары талқыланады. Электр энергиясының тәуелсіз көзі ретінде тек баяу ағып жатқан өзендерге арналған, тиімділігі жоғары шағын су электр станциясының жобасы ұсынылады. Шағын су электр станциясының жұмыс істеуі үшін қажетті құрылғылар мен жабдықтар сипатталған.

Сонымен қатар экологиялық таза және тиімді энергия көздерін пайдалану қажеттілігі артуда, сондықтан гидроэнергетика саласы, оның ішінде шағын су электр станциялары (ШСЭС), ерекше маңызға ие. Бұл мақалада шағын су электр станцияларын қолданудың жаңа әдістері мен технологиялары, сондай-ақ синхронды генераторлардың жұмыс тиімділігін арттыру үшін жүргізілетін талдау қарастырылады. Шағын ГЭС-тер табиғи су ағынын пайдаланып, экологиялық таза энергия өндіруге мүмкіндік береді, әрі олардың құрылымы мен жұмыс істеу ерекшеліктері су ресурстарын тиімді пайдалануға бағытталған. Жаңа әдістер ретінде гибриді турбиналар, автоматтандырылған басқару жүйелері, энергия сақтау технологиялары мен экологиялық әсерді азайту әдістері енгізілуде.

Сонымен қатар, синхронды генераторлардың тиімділігін арттыру үшін жаңа материалдар мен технологиялар қолданылуда, олар гидроэлектростанциялардың тұрақты және тиімді жұмысын қамтамасыз етеді.

Бұл мақала шағын су электр станциялары мен синхронды генераторлардың болашағын талқылап, осы саланың дамуына ықпал ететін жаңа тәсілдер мен ғылыми жетістіктерді көрсетуге бағытталған.

Кілтті сөздер: Жаңартылған, тиімділік, генератор, шағын, энергия.

Кіріспе

Жаһандық энергетика саласында экологиялық таза және тиімді энергия көздерін іздеу қазіргі уақытта басты мақсаттардың бірі болып табылады. Әсіресе, жаңартылатын энергия көздері, оның ішінде гидроэнергия, әлемдік энергетикалық жүйенің тұрақтылығы мен экологиялық мәселелерді шешуде маңызды рөл атқарады. Гидроэлектростанциялардың (ГЭС) ішінде шағын су электр станциялары (ШСЭС) ерекше орын алады. Олар табиғи су ресурстарын тиімді пайдалану арқылы экологиялық таза энергия өндіруге мүмкіндік береді. Соңғы жылдары шағын су электр станцияларын қолдану мен дамытуда жаңа әдістер мен технологиялар пайда болуда, олар энергия өндірудің тиімділігін арттырып, экологиялық әсерді минимизациялауға бағытталған [1, 30– 6].

Шағын су электр станциялары (ШСЭС) – гидроэнергетикалық қуаты 1-10 МВт аралығында болатын электр станциялар болып табылады. Бұл станциялар өздерінің қуаттылығы мен құрылымы жағынан үлкен гидроэлектростанцияларға қарағанда тиімдірек және экологиялық тұрғыдан зиянсыз жұмыс істей алады. ШСЭС-тің басты ерекшелігі — олар салыстырмалы түрде кіші көлемде және экологиялық мәселелерді минималды деңгейде шешуге мүмкіндік беретін гидрокұрылымдар мен турбиналарды қолданады. Сонымен қатар, бұл станциялар жергілікті деңгейде энергия тапшылығын төмендетуге және елдің энергетикалық тәуелсіздігін арттыруға ықпал етеді.

Шағын су электр станцияларының жұмыс істеу принципі су ағынындағы кинетикалық энергияны электр энергиясына айналдыруға негізделген. Бұл процесс табиғи су көздерінің экологиялық тепе-теңдігін сақтай отырып жүзеге асады, өйткені шағын ГЭС үшін бөгеттер мен су қоймаларының көлемі үлкен емес. Ал синхронды генераторлар - гидроэлектростанциялардың негізгі энергетикалық қондырғылары болып табылады. Жаңа әдістер мен технологияларды енгізу, оның ішінде шағын

су электр станцияларының дамуы мен синхронды генераторларды талдауды кеңейту мәселелері гидроэнергетика саласының болашағын анықтайды [2, 1285 - 6].

Шағын су электр станциялары экологиялық тұрғыдан маңызды, өйткені олар зиянды қалдықтар мен парниктік газдарды шығармайды. Энергия өндіру кезінде экологиялық тиімділікті бағалау үшін көмірқышқыл газының (CO₂) шығарындыларының төмендеуі есептеледі.

Салыстырмалы түрде:

– Классикалық энергетикалық көздер (қазба отындары) 1 кВт·сағат үшін орта есеппен 0,9 кг CO₂ шығарады.

– Шағын ГЭС үшін CO₂ шығарындылары нөлге тең.

Жаңа технологиялардың арқасында экологиялық тиімділік айтарлықтай жоғарылайды. Мысалы, жоғары тиімді турбиналар мен автоматтандырылған жүйелер экожүйеге аз әсер етеді және табиғи су ресурстарын сақтау үшін пайдаланылатын көлемді азайтады.

Материалдар мен әдістері

Соңғы жылдары шағын ГЭС-терде қолданылатын жаңа әдістер мен технологиялар энергия тиімділігін арттыруға бағытталған. Шағын су электр станцияларын дамыту және қолдану барысында жаңа технологиялар мен әдістер енгізілуде. Бұл әдістер су ресурстарын тиімді пайдалану, экологиялық зиянды азайту және энергия өндірудің тиімділігін арттыру мақсатында жасалуда [3, 895 – 6].

Гибридті турбиналар мен көпфункционалы технологиялар

Заманауи шағын су электр станцияларының басты жаңалықтарының бірі – су ағынының өзгермелі жылдамдығына бейімделетін гибридті турбиналар. Бұл турбиналар әртүрлі гидродинамикалық жағдайларға сәйкес жұмыс істей алады, сол арқылы су ресурстарын тиімді пайдалану мүмкіндігін арттырады. Мысалы, кейбір жаңа турбиналар шағын ағынды су қоймаларында тиімді жұмыс істейді, ал басқалары су деңгейінің төмен немесе жоғары болуына қарамастан энергия өндіруге қабілетті [4, 126 – 6].

Автоматтандырылған басқару жүйелері

Шағын су электр станцияларында автоматтандырылған бақылау және басқару жүйелері енгізілуде. Бұл жүйелер су деңгейін, ағынды, турбиналардың жұмысын және энергия өндіру тиімділігін нақты уақытта бақылауға мүмкіндік береді. Мұндай жүйелердің артықшылығы – олар жұмыс режимін оңтайландырып, ағынды судың өзгеруіне жауап ретінде энергия өндіруді автоматты түрде реттей алады.

Биоразлагаемый материалдар және экологиялық әсерді азайту

Шағын ГЭС-терді салу барысында экологиялық әсерді азайту үшін биоразлагаемый материалдар мен экологиялық таза технологиялар

қолданылады. Бұл материалдар су ресурстарын қорғауға және экожүйенің тепе-теңдігін сақтау үшін маңызды. Сондай-ақ, жаңа әдістер арқылы шағын ГЭС-тің табиғи ортаға әсері минимизацияланады, мысалы, су экожүйелерінің табиғи тепе-теңдігін сақтау үшін су ресурстарын реттейтін жаңартылған әдістер қолданылуда.

Энергия сақтау жүйелері

Шағын су электр станцияларының қуаты көбінесе ағынды су жағдайларына байланысты өзгеріп отырады. Осыған байланысты, энергияның артық бөлігі арнайы аккумуляторлық батареялар немесе басқа да энергия сақтау жүйелері арқылы сақталады. Бұл жүйелер энергияның артық мөлшерін сақтап, қажетті уақытта оны қайтадан электр желісіне жібере алады, осылайша энергия жүйесінің тұрақтылығын қамтамасыз етеді [5, 38 – 6].

Нәтижелер және талқылау

Шағын су электр станциялары өздерінің кіші қуаттылығына қарамастан, аймақтық деңгейде электр энергиясын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Олар ауылдық аймақтарда, шалғай аудандарда энергетикалық тәуелділікті азайтуға, сондай-ақ жергілікті экономиканы дамытуға ықпал етеді. ШСЭС-тердің құнының салыстырмалы түрде төмендігі, энергия өндіру процесінің қарапайымдылығы мен экологиялық тазалығы бұл жобаларды қаржыландыруды жеңілдетеді.

Шағын су электр станцияларының артықшылықтары мен кемшіліктері

Шағын су электр станцияларының басты артықшылығы - олардың экологиялық тазалығы мен тұрақтылығы. Олар энергия өндіру кезінде парниктік газдар мен зиянды қалдықтар шығармайды, сол арқылы экологияға зиян келтірмейді. Сонымен қатар, бұл станциялар жергілікті деңгейде энергия тапшылығын азайтуға мүмкіндік береді, және көбінесе энергия көзі ретінде жаңартылатын су ресурстары пайдаланылады [6, 355 – 6].

Алайда, шағын су электр станцияларының құрылысында кейбір кемшіліктер мен қиындықтар бар. Мысалы, су ресурстарының шектеулілігі және су деңгейінің маусымдық өзгерістері станцияның тұрақты жұмысын қиындатуы мүмкін. Сондай-ақ, шағын су электр станцияларын салу үшін бастапқы капиталды инвестициялау қажет.

Өлемде шағын су электр станцияларының көптеген табысты жобалары бар. Мысалы, Швейцария мен Австрияда шағын ГЭС-тер аймақтық электр энергиясын қамтамасыз ету үшін қолданылуда. Бұл елдерде гидроэнергетика жақсы дамыған және шағын ГЭС жобалары экологиялық тұрғыдан да тиімді болып саналады [7, 255 – 6].

Қазақстанда да шағын су электр станцияларының дамуы қарқынды түрде жүзеге асырылуда. Мысалы, ШҚО, Алматы облысында шағын су электр

станциялары іске қосылып, жергілікті тұрғындар мен ауылдарды тұрақты энергиямен қамтамасыз ету мақсатында жұмыс істейді.

Синхронды генераторлар гидроэлектростанцияларда энергия өндірудің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Олардың жұмысы электр желісінің жиілігі мен фазасымен толық үйлесімді болуы қажет, бұл генераторлардың тиімділігін арттырады және энергияның тұрақты бөлінуін қамтамасыз етеді (1 – сурет).



1–сурет Шағын су электр станциядағы синхронды генератор

Синхронды генератордың негізгі мақсаты - механикалық энергияны электр энергиясына түрлендіру. Ол ротор мен статордан тұрады, олардың арасындағы магниттік өріс генератордың жұмысын қамтамасыз етеді. Су ағыны гидротурбинаның роторын айналдырады, нәтижесінде электрлік энергия өндіріледі.

Синхронды генератордың тиімділігін арттыру үшін жаңа әдістер енгізілуде. Бұл әдістер мен технологиялар су көзінің өзгермелі жағдайларына, жүктеме тербелістеріне және жүйедегі авария жағдайларына жауап беруге бағытталған [8, 4216 - 6].

Гибридті синхронды генераторлар: Су ағынының өзгерістеріне икемделе алатын жаңа генераторлар гидроэлектростанциялардың тиімділігін арттырып, жұмыс режимін тұрақтандырады.

Автоматтандырылған бақылау және басқару жүйелері: Генераторлардың жұмысын бақылау және реттеу үшін жаңа басқару жүйелері енгізілді. Бұл жүйелер генератордың жұмысын оңтайландырып, электр энергиясының таралуын реттейді.

Синхронды генераторларды жақсарту және олардың тиімділігін арттыру үшін зерттеулер мен эксперименттер жалғасуда. Қазіргі таңда синхронды генераторлар мен шағын ГЭС-терді біріктіру арқылы энергиялық

шығындарды азайту және экологиялық әсерді минимизациялау мақсатында жаңа жобалар әзірленуде.

Есептік нәтижелерде шағын су электр станцияларын қолданудың жаңа әдістері мен синхронды генераторларды талдау арқылы гидроэлектростанциялардың жұмыс тиімділігі мен экологиялық әсерін бағалау мақсатында бірнеше көрсеткіштер есептеледі. Бұл нәтижелер шағын ГЭС-тің жұмыс тиімділігін арттыру, экологиялық зиянды азайту және энергияның тұрақты өндірісі үшін қолданылатын жаңа технологиялар мен әдістердің мүмкіндіктерін көрсетеді.

$$P = \eta \cdot \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

мұндағы:

P – электр энергиясының қуаты (Вт),

η – турбина мен генератордың тиімділігі (коэффициент),

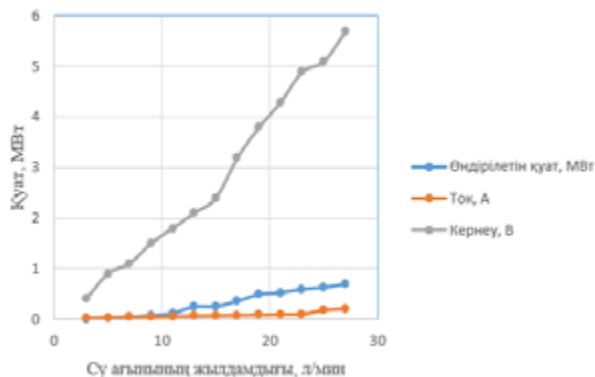
ρ – судың тығыздығы (1000 кг/м³),

g – жердің тартылыс үдеуі (9,81 м/с²),

Q – су ағынының дебиті (м³/с),

H – су қоймасының биіктігі (м).

Айналу жылдамдығының жоғарылауы қуат өндірудің артуына әкеледі, бірақ белгілі бір жылдамдықтан кейін жүйе асқын жүктелуі мүмкін. 2-суретке сүйене отырып, у осіндегі шығыс кернеуі х осіндегі су ағынының жылдамдығына тура пропорционал екенін көруге болады [9, 39 - 6]. Су ағынының жылдамдығы артқан сайын генератор тудыратын кернеу де өсті. Энергия жинау жүйесінен өндірілетін су ағынының жылдамдығы мен шығыс тогы үшін ол арқылы көбірек су өткенде, көбірек ток пайда болатынын көрсетеді.



2-сурет Шағын су электр станциядағы синхронды генератор

Синхронды генератордың тиімділігін арттыру үшін энергия өндірудің барлық кезеңдерінде тиімділікті бақылау қажет. Синхронды генератордың пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) төмендегі формула арқылы есептеледі:

$$\eta_{\text{ген}} = \frac{P_{\text{алынатын}}}{P_{\text{келетін}}} \cdot 100$$

мұндағы

$\eta_{\text{ген}}$ – синхронды генератордың пайдалы әсер коэффициенті,

$P_{\text{алынатын}}$ – генератордан алынатын қуат (Вт),

$P_{\text{келетін}}$ – генераторға келетін механикалық қуат (Вт).

Генератордың тиімділігін арттыру мақсатында қолданылатын жаңа материалдар мен технологиялар (мысалы, жоғары өткізгіш материалдар мен магниттік өрісті күшейтетін технологиялар) оның ПӘК-ін жақсартуға мүмкіндік береді. Бұл тұрғыда қазіргі уақытта шағын ГЭС-терде қолданылатын синхронды генераторлардың орташа ПӘК көрсеткіші 90 %-ға жетеді.

Қаржыландыру: Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырды. Грант 2023 жылғы 15 қарашадағы № 394 нысаналы қаржыландыру бағдарламасы (ПЦФ)-23-25 2023 жылға арналған келісім бойынша. ИРН № BR21882294 «Жаңартылатын энергия көздеріне негізделген Қазақстанның шалғай аймақтарын автономды энергиямен жабдықтау жүйесі» мақсатты қаржыландыру бағдарламасы аясында алынып жазылды.

Қорытынды

Шағын су электр станциялары гидроэнергетика саласында болашағы зор бағыттардың бірі болып табылады. Олар экологиялық таза, экономикалық тұрғыдан тиімді және жергілікті деңгейде энергия тапшылығын шешуде маңызды рөл атқарады. Жаңа технологиялар мен әдістерді енгізу, оның ішінде гибриді турбиналар мен автоматтандырылған басқару жүйелері, шағын су электр станцияларының жұмысын тиімді әрі тұрақты етуге мүмкіндік береді. Бұл технологияларды дамыту мен енгізу арқылы шағын ГЭС-терді толық әлеуетін пайдалану және экологиялық таза энергия көздерін арттыру маңызды болып табылады [10, 155 – 6]. Сонымен қатар, синхронды генераторларды талдау мен жақсарту жұмысын кеңейту арқылы гидроэлектростанциялардың энергия өндіру тиімділігі арттырылуда. Бұл жаңа әдістер мен технологиялар әлемнің көптеген елдерінде энергия тапшылығын төмендетуге және экологиялық мәселелерді шешуге ықпал етеді.

Қазіргі уақытта шағын ГЭС-тердің қуаты, экологиялық тиімділігі және энергия сақтау жүйелерінің нәтижесі жаңартылатын энергия көздерін кеңінен пайдалану үшін үлкен әлеуетке ие. Есептік нәтижелер көрсеткендей, жаңа технологиялар мен әдістер шағын су электр станцияларының энергия өндіру тиімділігін айтарлықтай арттырады және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Хасанов, М. К., Сахаров, В. В.** «Шағын гидроэлектр станцияларының тиімділігін арттыру және оларды жобалаудың жаңа тәсілдері». Энергетика және энергетикалық ресурстар [Текст]. 2017 – № 12.

2 **Lopes, C. M. Gallo, C. A.** «A review of piezoelectrical energy harvesting and applications», IEEE 23rd International Symposium on Industrial Electronics (ISIE) Istanbul., [Текст]. том 2, № 3, P. 1284-1288, 2014.

3 **Kabir, E. Kumar, P. Kumar, S. Adelodun, A. Kim, K. H.** «Potential and future prospects», [Текст]. Solar energy, Renewable and Sustainable Energy Reviews, № 1, P. 894–900, 2018.

4 **Семенов, А. С.** «Шағын су электр станцияларын дамыту және олардың жұмыс істеу принциптері». Жаңартылатын энергия көздері [Текст]. Том 3, стр. 125–134, 2018.

5 **Козлов, П. М., Павлов, Ю. Н.** «Шағын гидроэлектр станцияларының экологиялық аспектілері». Табиғатты қорғау инженериясы. [Текст]. Том 1, С. 37–54, 2015.

6 **Николенко, Ю. Н.** «Шағын су электр станцияларын жобалау және басқару әдістері». Гидроэнергетика. [Текст]. Том 4, стр. 354–365, 2016.

7 **Li, X., Wang, C.** «Integration of Small Hydro Power Plants with Renewable Energy Systems». *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 118, 109529. [Текст]. P. 254–265, 2020.

8 **James, H. S.** «Synchronous Generators and Their Role in Modern Power Systems». *IEEE Transactions on Power Systems*. [Текст]. 33(4), P. 4212–4220, 2018.

9 **Kim, B. S., Zhang, L.** «Control Strategies for Synchronous Generators in Hydropower Plants». *International Journal of Electrical Power Energy Systems*. [Текст]. 105, P 37–45, 2019.

10 **Martin, J. E., Benson, S.** «Hydroelectric Power Generation: Dynamics and Modelling of Synchronous Generators». *Renewable Energy*. [Текст]. 108, 151–160, 2017.

REFERENCES

1 **Hasanov, M. K., Sakharov, V. V.** «Şağyn gidroelektr stansialarynyň tiimdiligini arttyru jäne olardy jobalaudyň jaňa täsilderi» [Improvement of efficiency of small hydropower plants and new methods of their design]. *Energy and energy resources*, [Text]. 2017 – № 12.

2 **Lopes, C. M. Gallo, C A.** «A review of piezoelectrical energy harvesting and applications». *IEEE 23rd International Symposium on Industrial Electronics (ISIE) Istanbul*, [Text]. том 2, № 3, P. 1284–1288, 2014.

3 **Kabir, E. Kumar, P. Kumar, S. Adelodun, A. Kim, K. H.** «Potential and future prospects». [Text]. *Solar energy, Renewable and Sustainable Energy Reviews*, № 1, P. 894–900, 2018.

4 **Semenov, A. S.** «Şağyn su elektr stansialaryn damytu jäne olardyň jümys isteу prinsipteri» [Development of small hydropower plants and principles of their operation] *Renewable energy sources*. [Text]. Volume 3, P. 125–134, 2018.

5 **Kozlov, P. M., Pavlov, Yu. N.** «Şağyn gidroelektr stansialarynyň ekologialyq aspektleri» [Environmental aspects of small hydropower plants] *Environmental protection engineering*. [Text]. Volume 1, P. 37–54, 2015.

6 **Nikolenko, Yu. N.** «Şağyn su elektr stansialaryn jobalau jäne basqaru ädisteri» [Design and management methods of small hydropower plants] *Hydropower*. [Text]. Volume 4, P. 354–365, 2016.

7 **Li, X., Wang, C.** «Integration of Small Hydro Power Plants with Renewable Energy Systems». *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 118, 109529. [Text]. P. 254–265, 2020.

8 **James, H.S.** «Synchronous Generators and Their Role in Modern Power Systems». *IEEE Transactions on Power Systems*. [Text]. 33(4), pp. 4212–4220, 2018.

9 **Kim, B. S., Zhang, L.** «Control Strategies for Synchronous Generators in Hydropower Plants». International Journal of Electrical Power Energy Systems. [Text]. 105, P. 37–45, 2019.

10 **Martin, J. E., Benson, S.** «Hydroelectric Power Generation: Dynamics and Modelling of Synchronous Generators». Renewable Energy. [Text]. 108, 151–160, 2017.

15.01.25 ж. баспаға түсті.

20.01.25 ж. түзетулерімен түсті.

10.03.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

**B. Ongar¹, A. A. Zhumatova², Zh. S. Duissenbek³, K. A. Bayanbaev⁴*

^{1,2,4}Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satbaeva, Republic of Kazakhstan, Almaty

³Energo University after Gumarbek Daukeev, Republic of Kazakhstan, Almaty
Received 15.01.25

Received in revised form 20.01.25

Accepted for publication 10.03.25

NEW METHODS FOR USING SMALL HYDRO POWER PLANTS AND EXPANDING THE ANALYSIS OF SYNCHRONOUS GENERATORS

The advantages of small hydropower as an alternative energy source that meets modern environmental requirements are discussed. As an independent source of electricity, a project of a small hydroelectric power station with high efficiency is proposed only for slow-flowing rivers. Devices and equipment necessary for the operation of a small hydropower plant are described.

At the same time, the need to use environmentally friendly and efficient energy sources is increasing, so the field of hydropower, including small hydroelectric power stations (SHPs), is of particular importance. This article discusses new methods and technologies for the use of small hydropower plants, as well as an analysis to improve the efficiency of synchronous generators. Small hydroelectric power stations allow to produce ecologically clean energy using natural water flow, and their structure and operation features are aimed at efficient use of water resources. Hybrid turbines, automated control systems, energy storage technologies and environmental impact reduction methods are being introduced as new methods. In addition, new materials and technologies

are being used to increase the efficiency of synchronous generators, which ensure stable and efficient operation of hydropower plants.

This article discusses the future of small hydropower plants and synchronous generators, and aims to highlight new approaches and scientific achievements that contribute to the development of this field.

Keywords. Renewable, efficiency, reliability, generator, small, energy.

*Б. Онгар¹, А. А. Жуматова², Ж. С. Дүйсенбек³, К. А. Баянбаев⁴

^{1,2,4}Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатбаева, Республика Казахстан, г. Алматы

³Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, Республика Казахстан, г. Алматы

Поступило в редакцию 15.01.25

Поступило с исправлениями 20.01.25

Принято в печать 10.03.25

НОВЫЕ МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛЫХ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И РАСШИРЕНИЕ АНАЛИЗА СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Обсуждаются преимущества малой гидроэнергетики как альтернативного источника энергии, отвечающего современным экологическим требованиям. В качестве самостоятельного источника электроэнергии предлагается проект малой ГЭС с высоким КПД только для медленно текущих рек. Описаны устройства и оборудование, необходимые для работы малой ГЭС.

При этом возрастает необходимость использования экологически чистых и эффективных источников энергии, поэтому особое значение приобретает сфера гидроэнергетики, в том числе малых гидроэлектростанций (МГЭ). В данной статье рассматриваются новые методы и технологии использования малых ГЭС, а также анализ по повышению эффективности синхронных генераторов. Малые ГЭС позволяют производить экологически чистую энергию с использованием естественного стока воды, а их устройство и особенности работы направлены на эффективное использование водных ресурсов. В качестве новых методов внедряются гибридные турбины, автоматизированные системы управления, технологии хранения энергии и методы снижения воздействия на окружающую среду. Кроме того, используются новые материалы и технологии для

повышения эффективности синхронных генераторов, обеспечивающих стабильную и эффективную работу гидроэлектростанций.

В данной статье рассматривается будущее малых ГЭС и синхронных генераторов, а также ставится цель осветить новые подходы и научные достижения, способствующие развитию этой области.

Ключевые слова: Возобновляемые, эффективность, генератор, маленький, энергетический.

Теруге 10.03.2025 ж. жіберілді. Басуға 28.03.2025 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Mb RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс №4358

Сдано в набор 10.03.2025 г. Подписано в печать 28.03.2025 г.

Электронное издание

29.9 Mb RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4358

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz