

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2025»  
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XX Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2025»**

**PROCEEDINGS  
of the XX International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2025»**

**2025  
Астана**

УДК 001(06)  
ББК 72я631  
F96

**«GYLYM JÁNE BILIM – 2025» студенттер мен жас ғалымдардың  
XX Халықаралық ғылыми конференциясы = XX Международная  
научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE  
BILIM – 2025» = The XX International Scientific Conference for  
students and young scholars «GYLYM JÁNE BILIM – 2025». – Астана:  
– 3813 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

ISBN 978-601-08-5373-7

**Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас  
ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті  
мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.**

**The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young  
researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities. В сборник  
вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по  
актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.**

УДК 001(06)  
ББК 72я431  
F96

ISBN 978-601-08-5373-7

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2025

		приложения для создания визуального портфолио	
1720.	Уркенова Д.А.	Социальный брендинг и его влияние на современный мир	7346
1721.	Хабибулина А.Р.	Психология цвета в айдентике: как цвета влияют на восприятие бренда	7350
1722.	Хитуова М.Т.	Искусственный интеллект в графическом дизайне: новые возможности и вызовы	7353
1723.	Шаймуханбет А.	Современные тенденции в создании сувениров: от массового производства к уникальным изделиям	7355

### 11.7 НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МЕТОДЫ В СФЕРЕ ДИЗАЙНА

1724.	Аманбек Назерке	Контемпорари стиліндегі сұлулық салонын қайта өңдеу, эстетика мен қолайлылық үйлесімі	7360
1725.	Әмір Әлия Әшімханқызы	Дәмхана интерьерін заманауи стильде қайта әзірлеу	7364
1726.	Мешітбай Дәмеш Мұратқызы	Косметолгия салонының интерьерін биоскандинавиялық стилде оңтайландыру	7367
1727.	Жалғас Зарина Нұрланқызы	Ескі мен жаңаның үйлесімі: ескі үйді контемпорари стильде қайта құру	7371
1728.	Ескенова Ажар Қадыржанқызы	Сұлулық салонын минимализм стилінде Қайта өңдеу	7374
1729.	Кульжнова Жасмин Нуржановна	Эргономика и инклюзивный дизайн в использовании экологических текстильных решений в интерьере	7377
1730.	Болысбекова Райхан Темирбековна	Костюм дизайндағы шығармашылық композиция	7380
1731.	Альбусынова Сымбат Думановна, Ералы Эльмира Әнуарбекқызы	Шағын қалаларға арналған инновациялық кітапханалар мен білім беру орталықтарын жобалау	7382
1732.	Садырбай Ақмарал Жұмабекқызы	Этнографиялық символизмнің Сәндік өнерде қолданылуы	7385

### СЕКЦИЯ 12 ТРАНСПОРТ И ЭНЕРГЕТИКА КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКА / TRANSPORT AND ENERGY

Подсекция 12.1 Транспортная инженерия Көлік инженериясы / Transport engineering			
1733.	Алдаберген А.А.	Қазақстандағы автомобиль нарығының жан-жақты талдау	7392
1734.	Дюсенбаева А.А.	Биодизель: Қазақстандағы даму перспективалары	7395
1735.	Қалтай А.Б.	Биосутегі: оның өндірісі, Қазақстандағы дамуы	7397
1736.	Жанайдар С.Ж.	2024 жылдың теміржол вагондарының	7400

		инфрақұрылымы	
1737.	Курбанов Д.А.	Климат-контроль в транспортных средствах: сравнение Казахстана и стран Европы	7403
1738.	Амангельдинов А.С.	Проблемы карьерных самосвалов Казахстана. Путь их решения	7408
1739.	Гордей К.С.	Анализ применения экологичных материалов для тормозных колодок	7416
1740.	Кушмагамбетов Т.Р.	Оптимизация конструкций транспортных средств	7421
1741.	Казбеков Е.С.	Система рекуперации выхлопных газов EGR	7426
1742.	Ералин Д.Д.	Транспорт и углеродный след: анализ ситуации в Астане за последние три года	7430
1743.	Алданыш А.С.	Разработка методики формирования сети электрозарядных станций в Казахстане	7433
1744.	Кожаметов Т.Н.	Повышение эффективности использования транспортных средств и организации перевозок зерна в Костанайской области	7437
1745.	Мейрманов Р.С.	Прогнозирование потребности в колесных парах грузовых вагонов и совершенствование технологии их ремонта на железных дорогах Республики Казахстан	7441
1746.	Талғатұлы М.	Ақылы жол жүйесі: даму бағыты мен болашағы	7444
1747.	Зинатуллин А.Р.	Диагностика электрооборудования тягового электропривода электротранспортных средств	7447
1748.	Разбек Д.М.	Повышение эффективности технического обслуживания тормозной системы автомобилей	7450
1749.	Мерекеұлы Н.	Қостанай облысында ауыл шаруашылығы техникасына қосалқы бөлшектерді жеткізу	7453
1750.	Жорабек А.Н.	Моделирование ленточного конвейера с полимерной лентой	7454
1751.	Бейімбетұлы Б.	Астана қаласында құрылыс қалдықтарын тасымалдауды жетілдіру жолдары	7458
1752.	Шамаганов Д.Т.	Модернизация подвески автотранспортных средств для условий бездорожья, с повышением надежности	7460

**Подсекция 12.2 Теплоэнергетика  
Жылуэнергетика / Heat power engineering**

1753.	Арысбай М.Б.	Қант зауытының қалдықтарын қайта өңдеудің энергия үнемді әдістемесін	7467
-------	--------------	--	------

		эзірлеу	
1754.	Жапбаралы Т.	Научно-технические аспекты разработки технологий солнечной электростанции для условий Республики Казахстан	7469
1755.	Жумагулова Д.К.	Обзор влияния влажности воздуха на эффективность фильтрации пыли в промышленности	7474
1756.	Жұманазар Н.Д.	Ғимараттарды жылу изоляциялаудың заманауи технологиялары – энергия үнемдеу стратегиясы	7479
1757.	Кабимулла А.Н.	Исследование и разработка катодных материалов с повышенной каталитической активностью для твердооксидных топливных элементов	7488
1758.	Қаирбеков А.Ж.	Қазақстан Республикасында биогазды пайдалану болашағы	7490
1759.	Қалжігіт Қ.Б.	Оценка эффективности частичного сжигания водорода в парогазовой установке	7494
1760.	Omarbekova A.B.	To the question of labor safety in thermal power industry	7499
1761.	Турикпенбаева А.А.	Газтурбиналық қондырғылардың жану камераларында көмірді газдандыру өнімдерін тиімді жағу үшін жанарғы құрылғысын жасау	7502

**Подсекция 12.3 Стандартизация, сертификация и метрология**  
**Стандарттау, сертификаттау және метрология / Standardization, certification and metrology**

1762.	Аукенова Ж.Ж.	Повышение эффективности системы сертификации безопасности конструкций транспортных средств в Казахстане: проблемы и пути решения	7509
1763.	Ахмаджанова Н.Б.	Принципы ХАССП и их применение в системе безопасности пищевых продуктов	7511
1764.	Бекзатқызы А.	Массаны өлшеу құралдарын калибрлеу процесстерін жетілдіру бойынша шетелдік тәжірибе	7513
1765.	Беркинова Т.Р.	Государственный контроль в области технического регулирования: недостатки законодательства и перспективы их устранения	7516
1766.	Ғабиден Д.Ғ.	Мемлекеттік рәміздерді дайындауды бақылау	7518
1767.	Егенберген Е.Е.	Қазақстанда экологиялық таза өнім өндіруді міндеттеу	7522
1768.	Жанатова А.Е.	Кеден одағындағы теміржол көлігінің сапасын бағалау жүйесі	7524
1769.	Жандилдашева А.Р.	О качестве туристических услуг в Республике Казахстан	7532

1770.	Зарлыкова Г.О.	К вопросу о стандартизации субпродуктов яка	7535
1771.	Зархынбек З.	Аттракциондарды пайдалану кезінде қауіпсіздік талаптарының сақталуын талдау	7537
1772.	Заханова С.Б., Мустафаева А.С., Тілепалды Д.Қ.	ҚР СТ 1288-2016 стандартына сәйкес жол сапасын бағалау технологиясы	7541
1773.	Калиакпарова К.Б.	Метрологиялық бақылаудың заманауи әдістерін енгізудің маңыздылығы	7545
1774.	Қуанышбек А.	Фальсификация товаров как угроза безопасности для потребителей	7548
1775.	Кульдабаева А.Е.	Интеграция стандартов в процессы жизненного цикла продукции: вызовы и решения	7551
1776.	Марат Е.А.	Өнеркәсіптік жүк көтергіш крандарды радиобасқару жүйесіне көшіру	7556
1777.	Нұрат М.Н.	Халал индустрияның ұлттық инфрақұрылымына тиімді механизмді енгізу бойынша талдау және ұсыныстар әзірлеу	7558
1778.	Нұрғазы А.Н.	«Е-KTRM» платформасында сертификатсыз тауарларды цифрлық есепке алу	7562
1779.	Нұрман Д.К.	ҚР СТ ISO 45001-2019 стандартының еңбек қауіпсіздігіне әсері: тиімділігін бағалау және оңтайландыру жолдары	7564
1780.	Оразаев М.В.	Актуальные вопросы сертификации товаров и услуг	7568
1781.	Оралханова А.Қ.	Айналысқа шығарылған құрылыс материалдарының қауіпсіздігін қамтамасыз ету деңгейін айқындау және оны арттыру жөніндегі ұсынымдар әзірлеу	7572
1782.	Орынғалиұлы А., Альжанова А.К.	Методологические подходы к повышению точности измерений теплопроводности и температуропроводности нанокompозитных материалов	7575
1783.	Рамазанова Ә.Б.	Цифрландырудың тау-кен өндірісіндегі сапа мен қауіпсіздікке әсерін талдау	7580
1784.	Рысбек Ж.Қ.	ISO стандарттарына сәйкес керамикалық кірпіш өндірісінің сапасы мен тиімділігін басқару бойынша ұсынымдарды талдау және әзірлеу	7585
1785.	Садықова Ж.Е., Акбердиева А.Б.	Метрологическое обеспечение измерений при синтезе функциональных материалов	7588
1786.	Сағымбекова А.С.	Әртүрлі елдердегі метрологиялық бақылау тәсілдерін салыстырмалы талдау	7592

1787.	Саутова А.К.	ҚР СТ ISO 14001-2016 экологиялық менеджмент жүйесін ұйымдарға енгізудің тиімділігін бағалау	7596
1788.	Серік М.Р., Есеркенов А.Б.	CaSo <sub>4</sub> оптикалық қасиеттерін зерттеуге кешенді көзқарас	7601
1789.	Сисенова Ж.Н.	Химиялық кәсіпорындарында өлшемдерді метрологиялық қамтамасыз етуді жетілдіру жөнінде ұсынымдар әзірлеу	7603
1790.	Сугирова А.А.	ҚР СТ ІЕС 31010-2020 бойынша тәуекелдерді басқарудың негіздері	7607
1791.	Танирбергенова А.	Мемлекеттік бақылаудың цифрлық трансформациясы	7612
1792.	Уразбекова Д.В.	Актуальные вопросы повышения качества транспортной логистики в Казахстане: проблемы и возможности	7615
1793.	Ұлан Н.Н., Рымбекова Д.М.	Материалдардың оптикалық сипаттамаларын өлшеудің метрологиялық қамтамасыз етілуі	7619

**Подсекция 12.4 Электроэнергетика**  
**Электр энергетикасы / Electric power industry**

1794.	Абдимиталипов А.У.	Мероприятия по снижению потерь электроэнергии в распределительных сетях	7621
1795.	Айсаев Е.С.	Внедрение системы мониторинга запасов устойчивости в Западной зоне ЕЭС Казахстана	7625
1796.	Айсанов А.Б.	Анализ параметров изоляции воздушных линий 6-10 кВ на промышленных предприятиях	7632
1797.	Алтынбаев Н., Мухаметжан Е., Ерік Е., Жанмурзен Ж.	Электр тізбегін есептеу әдістерінің даму кезеңдері	7635
1798.	Ахметбаев А.Д.	Расчеты установившихся режимов сложной сети с применением принципов диакоптики	7639
1799.	Бахыт Ә.Қ.	Общая задача об определении «Тормозная система Supress аварийного торможения ветроэнергетической установки на ВЭС Бадамша-1»	7643
1800.	Данекерова Г.Қ.	Хромтау қаласындағы жел электр станциясын салудағы технологиялық ерекшеліктер мен инновациялар	7648
1801.	Дербисалина Д.А., Касимова А.К.	Орташа кернеулі кабель желілерін қолдану ерекшеліктері	7652
1802.	Дошимов К.Ш.	Модель системы «двигатель Стирлинга α-типа – электрогенератор - нагрузка»	7655
1803.	Жарасканова А.Ж.	Электр энергиясын тұтыну режимдерін оңтайландырудың заманауи тәсілдері	7659

1804.	Іргебай А.М.	Электрмен жабдықтау жүйелеріндегі электр энергиясының шығынын азайту әдістеріне шолу	7665
1805.	Капен Т.А.	Влияние коротких замыканий на работу частотно регулируемых электродвигателей	7668
1806.	Кожаметова Ә.Д., Қалтай Е.А., Маулен Ә.Н., Мухамед Б.	Электроэнергетикалық қауіпсіздік және экология	7673
1807.	Қалдыбаев Д.Т.	«MATLAB-Simulink» көмегімен интеграцияланған жел қондырғысының имитациялық моделін әзірлеу" анықтамасының жалпы міндеті	7678
1808.	Мухаметжан Е., Мұқият Е., Мұратова А., Мырзабеков Ә.	Нөлдік ғимараттардың энергиясы (Zero-energy buildings): үйлер өздерін қалай энергиямен қамтамасыз ете алады	7682
1809.	Өмірбек Ә.Т.	Ұзын электр желілеріндегі ток мөлшеріне климаттық жағдайлар мен күн белсенділігінің әсерін бағалау	7686
1810.	Сарбасов Н.К.	Разработка модели системы накопления энергии на ветровой электрической станции 100 МВт для стабилизации отпускной мощности	7691
1811.	Сериков Е.Б., Русланулы Д.	Оптимальные условия эксплуатации силовых трансформаторов при перегрузках с учетом явления насыщения магнитных сердечников	7695

**Подсекция 12.5 Эксплуатация транспорта и логистика**  
**Көлікті пайдалану және логистика / Transport operation and logistics**

1812.	Auesbekova M.A., Dukenbayeva G.M.	Strategies for improving logistics company reliability	7700
1813.	Tsoy T.R.	The influence of astronomical factors on satellite navigation systems	7704
1814.	Kulmurzina A., Iskakov D.	The role of transport models in urban mobility management: a case study of Astana with a focus on microscopic simulation	7706
1815.	Nadimov B., Topilskiy R.	UAV-based data collection for transport simulation: potential and practical applications	7711
1816.	Абдильманова А.С.	Будущее грузоперевозок: как альтернативный транспорт меняет экологические стандарты логистики	7715
1817.	Әлімхан А.О., Гаас Р.А.	Повышение эффективности организации дорожного движения на перекрестке улиц Мәңгілік Ел - Достық	7720
1818.	Бадылбаева Д.Б.	Развитие контейнерных перевозок в Республике Казахстан в контексте модернизации транспортно-	7724

		логистических центров	
1819.	Батешов Е.А.	Об отсутствии безпересадочных железнодорожных пассажирских маршрутов с большинства южных областей Казахстана до городов Костанай и Усть-Каменогорск	7727
1820.	Бекмағанбет И.Б.	«ҚТЖ-ЖТ» ЖШС филиалы «Жамбыл ЖТ бөлімшесі» Шығанақ станциясы мен оған жалғасатын жоларалықтарын модернизациялау арқылы теміржол тасымалын оңтайландыру	7731
1821.	Бердәлі Н.Т.	Заманауи қолданыстағы детекторлар	7736
1822.	Дукенбаева Г.М., Ауесбекова М.А.	Роль и объем перевозок транспортных коридоров Казахстана в 2024 году	7741
1823.	Жанботаұлы М.	Халықаралық көлік дәліздерінде көлік-экспедициялық қамтамасыз етуді ұйымдастырудағы кейбір мәселелер	7744
1824.	Жортуғулов О.М.	Заманауи таспалы конвейер	7751
1825.	Жуматаев А.Т.	Заманауи қатпарлы конвейерлер	7754
1826.	Жумағали Ш.Н.	Инновационные подходы к управлению логистическими потоками на международном транспортном коридоре "Север-Юг"	7758
1827.	Жұмағалиева М.Б.	Логистический сервис в пассажирских перевозках: современные технологии и перспективы развития	7762
1828.	Камалов Р.А.	Перспективы и вызовы внедрения искусственного интеллекта в систему электронного документооборота в ТОО «КТЖ-Грузовые перевозки»	7765
1829.	Кенжехан Б.Е., Махмутов Т.Қ.	Моделирование аэродинамических характеристик БПЛА с неподвижным крылом	7772
1830.	Касымбекова А.С.	Экологически-ориентированное управление логистикой автомобильных перевозок на примере Республики Казахстан	7776
1831.	Қанатбекова З.Қ.	Операциялық тиімділікті арттыру үшін кәсіпорындағы ішкі логистикалық процестерді оңтайландыру	7781
1832.	Кулбаракова Ж.А.	«Орал-Алматы» теміржолы бағытында жолаушыларды жедел тасымалдау қызметін ұйымдастыру	7785
1833.	Мазманов К.А.	Digit.ex – платформа по поиску онлайн специалистов	7790
1834.	Медведев В.В.	Анализ традиционных силовых агрегатов с гибридными и перспективы их развития	7794
1835.	Мусинова А.А.	Влияние технологии уполномоченного экономического оператора на транспортно-логистические процессы Казахстана	7798

1836.	Мухтар А.З.	Тұрақты логистиканың болашағы: жасыл технологиялар мен инновациялар	7802
1837.	Өміржан Д.С.	Международный транспортный коридор «Север-Юг»: перспективы и вызовы	7807
1838.	Пулатов М.М., Пулатова М.Ж.	Способы усиления пропускной и провозной способности железнодорожного участка Ангрэн – Пап	7812
1839.	Смагулова А.Е.	Преимущества и вызовы применения технологии Блокчейн в логистике	7815
1840.	Серикова Д.Б.	Көлік-логистика саласындағы цифрлық экожүйелерді қалыптастыру және дамыту. (Қазақстандық логистикалық кәсіпорындар мысалында)	7820
1841.	Солод А.И.	Повышение безопасности движения на основе применения кольцевых пересечений	7826
1842.	Темирханұлы Т.	Повышение качества транспортного обслуживания пассажиров	7829
1843.	Тохиров О.З., Рустамжонов Б.Э.	Определение количества приемо-отправочных путей железнодорожной грузовой станции «К» в условиях увеличения объемов перевозок	7833
1844.	Шаймардан Д.Т.	Қойма логистикасындағы заманауи ақпараттық технологиялар	7836
1845.	Шүрекен Д.А., Алтаев Н.С.	Цифрлық трансформация жағдайында логистикалық процестерді оңтайландыру	7839

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ 13 ОБРАЗОВАНИЕ

#### ПОДСЕКЦИЯ 13.1 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ НА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКАХ

1846.	<b>Abdushukurova Zh. F., Aripbek S. B.</b>	Is multilingualism making us more emotionally intelligent? A cognitive science perspective	7844
1847.	<b>Akhan A., Berdibay D.</b>	Six levels of thinking: applying bloom's taxonomy in education	7846
1848.	<b>Akim A.</b>	Digital tools in language learning:	7848

2. Соколов С.Е., Сажин В.Н. Эксплуатация и ремонт воздушных и кабельных линий: Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2006. – 81с.
3. Дмитриев М.В. Проектирование и монтаж узлов транспозиции экранов // Электроэнергия. Передача и распределение, № 2, 2015, с. 68—70.

УДК 621.47:621.314

## МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ «ДВИГАТЕЛЬ СТИРЛИНГА $\alpha$ -ТИПА – ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОР – НАГРУЗКА»

Дошимов Калкаман Шапихатович

[dksh9597@gmail.com](mailto:dksh9597@gmail.com)

Магистрант первого курса кафедры «Электроэнергетика» транспортно-энергетического факультета ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

**Введение.** Нехватка электроэнергии в скором будущем станет серьезной проблемой для всех стран мира. В связи с этим большое внимание отводится преобразованию тепла из источников с низким потенциалом в электрическую энергию, в частности, предполагается использовать органический цикл Ренкина [1–3] или цикла Стирлинга [4–7]. Также хорошим решением может быть использование электрохимических циклов [8] и циклов на обратимых химических реакциях [9, 10].

В развивающемся Казахстане при постройке отдаленных районов всегда есть и будет нехватка электроэнергии и в такое время приходит современное решение в виде альтернативных источников энергии. Это энергия ветра, солнца, воды и многое другое. Но один из них интересен больше всего, это — двигатели Стирлинга, двигатели с внешним подводом тепла. Они могут использовать тепло в любом виде это может быть тепло солнца и других сжигаемых веществ. Ученые разделили их на три типа: альфа, бета и гамма. В этой статье будет рассмотрен альфа тип, потому что он простой по механической конструкции. Альфа тип состоит из двух поршней один горячего и другой холодного, и они связаны между собой через регенератор. Регенератор это устройство охлаждающее через него проходящий газ. В Двигателях Стирлинга для внутри поршневого газа используют гелий, водород или воздух. Альфа тип может быть разной конструкции: 1) Двухпоршневой; 2) Четырех поршневой однорядной; 3) Четырех поршневой ромбического расположения.

К настоящему времени конструкций тепловых машин, работающих на цикле Стирлинга, известно много [11], и одним из них является V-образный  $\alpha$ -двигатель Стирлинга (рис. 1). Электрогенератор здесь не показан, но он через редуктор подсоединяется к маховику двигателя.

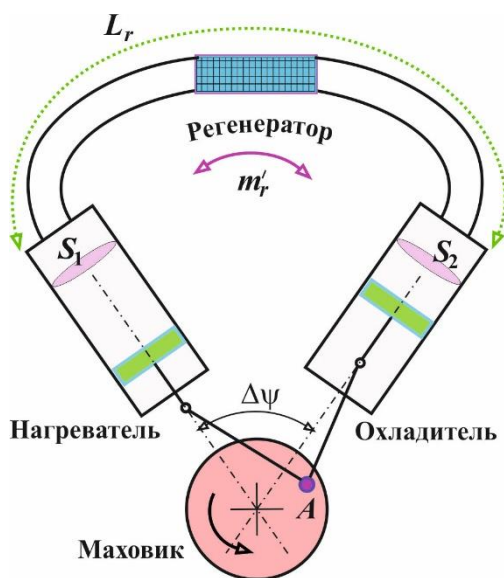


Рисунок 1 - Схема  $\alpha$ -двигателя Стирлинга;  $A$  – точка закрепления на маховике кривошипно-шатунных механизмов.

Принципиальными и физически различающимися частями (не только  $\alpha$ -двигателя, но и всех типов двигателей Стирлинга) являются нагреватель, охладитель и регенератор.

В литературе обычно рассматривается схема, когда угол расхождения осей цилиндров нагревателя и

охлаждителя  $\Delta\psi = \pi/2$  и этому нет обоснования, поэтому интересны режимы работы двигателя при отклонении от этого значения. Этим углом можно свободно варьировать и, как будет видно ниже, сильно менять КПД. Параметр  $\Delta\psi$  равен разности фаз колебательных движений поршней нагревателя и охладителя, что может существенно влиять на мощность двигателя. Это относится не только к  $\alpha$ -двигателю, например, в двигателе со свободным поршнем КПД максимальный при нулевой разности фаз движения поршней нагревателя и охладителя [12].

В данном исследовании для более детального анализа работы предлагается моделировать систему «двигатель Стирлинга альфа-типа – электрогенератор – нагрузка» с помощью комплексного подхода. Наша модель учитывает не только основные термодинамические процессы в цилиндрах и влияние конструкции регенераторов и теплообменников, но и особенности преобразования механической энергии в электрическую, а также динамическую реакцию нагрузки. Такой метод позволяет оценивать, как изменения в рабочих параметрах (температура источника тепла, давление, режим работы регенераторов) сказываются на выходной мощности и КПД всей системы. При этом механические потери, утечки и другие дефекты не рассматриваются подробно в рамках термодинамической части расчётов, хотя они могут оказывать существенное влияние на итоговую эффективность.

Цель работы — выявить оптимальные сочетания параметров для достижения максимальной выходной мощности и наилучшего КПД при невысоком перепаде температур, а также уточнить особенности проектирования двигателей альфа-типа с учётом электрогенератора и нагрузки. Такой подход даёт возможность более полно исследовать потенциальную производительность Стирлинг-двигателей в условиях реальных ограничений и требований современного энергопотребления.

Математическая модель  $\alpha$ -двигателя. В двигателе (рис. 1) два цилиндра с сечениями  $S_1$  и  $S_2$  (нагреватель и охладитель) соединены между собой регенератором длиной  $L_r$ , представляющим собой длинную трубку с цилиндрическим устройством посередине; внутри оно заполнено сетчатой структурой из металла. Она проницаема для газа, поэтому цилиндрические объёмы могут обмениваться массой (и теплом) с расходом за единицу времени  $m'_r$ .

Кинематические уравнения двигателя. Схема отдельных частей  $\alpha$ -двигателя Стирлинга на плоскости координат  $(x, y)$  приведена на рисунке 2, где нагреватель ( $a$ ) и охладитель ( $b$ ) имеют одинаковое кинематическое устройство. Поскольку кинематика является первичным фактором, определяющим особенности работы двигателя, то сначала найдем кинематические соотношения между различными его частями.

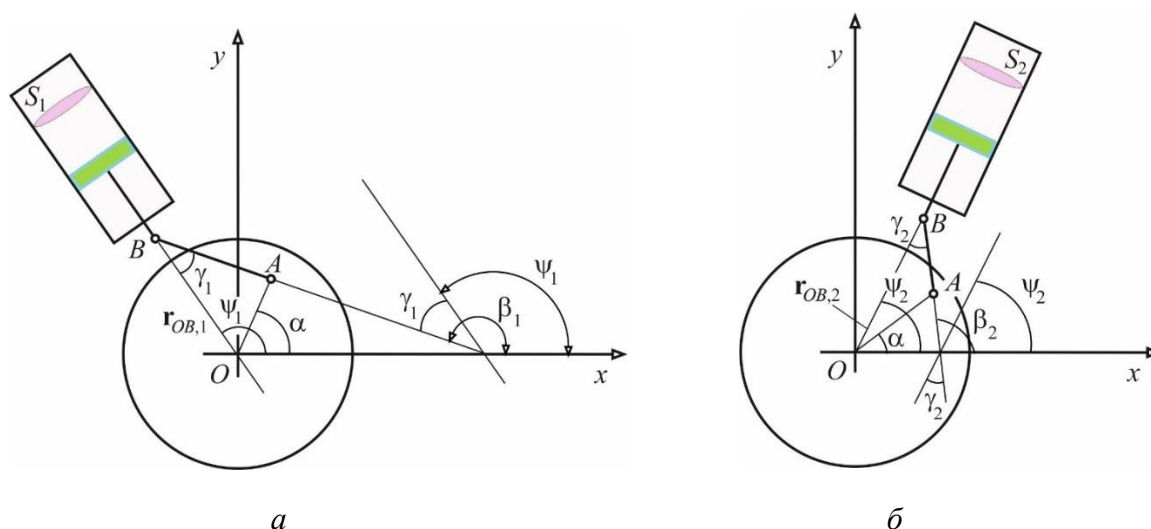


Рисунок 2 - Левый ( $a$ , нагреватель) и правый ( $b$ , охладитель) части  $\alpha$ -двигателя Стирлинга

Длины векторов  $r_{AB,1}$  и  $r_{AB,2}$  одинаковы и равны  $r_{AB} = \text{const}$ , длина вектора  $r = r_{OA}$  равна  $r = \text{const}$ . Радиусы цилиндров нагревателя и охладителя  $r_1$  и  $r_2$ , соответственно их сечения  $S_1 = \pi r_1^2$  и  $S_2 = \pi r_2^2$ .

Точка  $A$  и угол  $\alpha$  на обоих рисунках являются общими для нагревателя и охладителя. Для упрощения точка  $B$  не снабжается индексами.

Цилиндры наклонены к горизонтальной оси  $x$  под постоянными углами  $\psi_1$  и  $\psi_2$ , поэтому их разность  $\Delta\psi = \psi_1 - \psi_2$  тоже постоянная величина.

Изменением во времени длин векторов  $r_{OB,1}$  и  $r_{OB,2}$  определяется ход поршня в нагревателе и охладителе. Радиус-векторы для нагревателя равны

$$\mathbf{r}_{OB,1} = \mathbf{r} + \mathbf{r}_{AB,1}; \quad (1)$$

$$\mathbf{r} = i r \cos \alpha + j r \sin \alpha, \quad \mathbf{r}_{AB,1} = i r_{AB} \cos \beta_1 + j r_{AB} \sin \beta_1;$$

$$\mathbf{r}_{OB,1} = i r_{OB,1} \cos \psi_1 + j r_{OB,1} \sin \psi_1.$$

Здесь  $i, j$  – единичные векторы осей координат  $x$  и  $y$ .

По рисунку 3 легко видеть, что угол  $\beta_1 = \psi_1 + \gamma_1$ . Поэтому запишем вектор  $r_{AB,1}$  в виде

$$\mathbf{r}_{AB,1} = i r_{AB} \cos(\psi_1 + \gamma_1) + j r_{AB} \sin(\psi_1 + \gamma_1).$$

Далее, с помощью определения вектора  $r_{OB,1}$  в виде суммы векторов  $r_{AB,1}$  и  $r$ , находим его длину,

$$r_{OB,1} = \sqrt{r^2 + r_{AB}^2 + 2rr_{AB} \cos(\psi_1 + \gamma_1 - \alpha)}. \quad (2)$$

Использование теоремы синусов к треугольнику  $\Delta OAB$  приводит к равенству

$$\sin \gamma_1 = \frac{r}{r_{AB}} \sin(\psi_1 - \alpha), \quad \cos \gamma_1 = \sqrt{1 - \frac{r^2}{r_{AB}^2} \sin^2(\psi_1 - \alpha)}. \quad (3)$$

Соответственно, для охладителя аналогичные равенства имеют вид

$$\mathbf{r}_{OB,2} = \mathbf{r} + \mathbf{r}_{AB,2}; \quad \beta_2 = \psi_2 + \gamma_2;$$

$$\mathbf{r}_{AB,2} = i r_{AB} \cos \beta_2 + j r_{AB} \sin \beta_2, \quad \mathbf{r}_{OB,2} = i r_{OB,2} \cos \psi_2 + j r_{OB,2} \sin \psi_2,$$

$$\sin \gamma_2 = \frac{r}{r_{AB}} \sin(\psi_2 - \alpha), \quad \cos \gamma_2 = \sqrt{1 - \frac{r^2}{r_{AB}^2} \sin^2(\psi_2 - \alpha)}, \quad (4)$$

$$r_{OB,2} = \sqrt{r^2 + r_{AB}^2 + 2rr_{AB} \cos(\psi_2 + \gamma_2 - \alpha)}.$$

Уравнения движения маховика двигателя. Действующая со стороны поршня охладителя сила  $F_{0,2}$  через стержень длиной  $r_{AB}$  передается на маховик (центр рис. 2, б) в виде большой окружности. Сила, действующая со стороны охладителя вдоль стержня  $AB$  равна  $F_{r,2}$  (рис. 3). Соответствующий момент вращения маховика создается силой  $F_{\tau,2}$ . Использование углов  $\eta$  и  $\theta$  на рис. 3 позволяет найти эту силу:

$$F_{\tau,2} = F_{r,2} \cos \eta, \quad F_{r,2} = F_{0,2} \cos \gamma_2, \quad F_{0,2} = (p_2 - p_0) S_2. \quad (5)$$

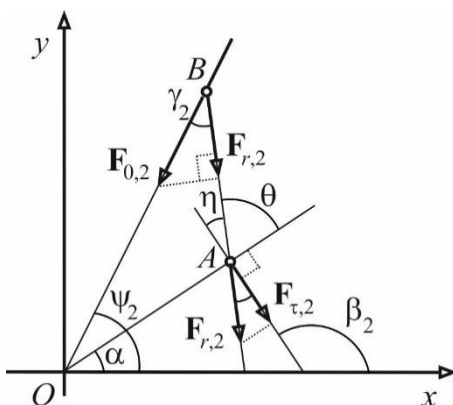


Рисунок 3 - К определению силы  $F_{\tau,2}$  вращающего момента

Здесь  $p_2$  – давление газа в нагревателе;  $p_0$  – давление окружающей среды. Поскольку угол  $\eta = \pi/2 - \theta$  и  $\beta_2 = \psi_2 + \gamma_2$ , то силу  $F_{\tau,2}$  можно записать как

$$F_{\tau,2} = (p_2 - p_0)S_2 \cos\gamma_2 \sin(\psi_2 + \gamma_2 - \alpha). \quad (6)$$

Аналогичным способом находится действующая со стороны поршня нагревателя сила  $F_{\tau,1}$ , она имеет такую же форму,

$$F_{\tau,1} = (p_1 - p_0)S_1 \cos\gamma_1 \sin(\psi_1 + \gamma_1 - \alpha). \quad (7)$$

Таким образом, маховик с моментом инерции  $J$  заставляют вращаться две силы  $F_{\tau,1}$  и  $F_{\tau,2}$ .

В обмотках генератора за счет вращения маховика возникает ЭДС (или, напряжение)  $E$  и ток  $I$  приводит к появлению силы сопротивления (или, «трения»)  $F_{\text{fr}}$  и она пропорциональна току [13] с коэффициентом  $k_{\text{alt}}$ ,

$$F_{\text{fr}} = k_{\text{alt}} I, \quad (8)$$

где  $k_{\text{alt}}$  — постоянная генератора переменного тока зависит от его устройства. ЭДС  $E$  связан со скоростью поршня,

$$E = k_{\text{alt}} R \frac{d\alpha}{dt}. \quad (9)$$

Это напряжение индуцирует ток силой  $I$  в катушках электрогенератора с индуктивностью  $L_{\text{gen}}$  и полным активным сопротивлением  $R_{\Sigma}$ , ток находится из уравнения

$$L_{\text{gen}} \frac{dI}{dt} + R_{\Sigma} I = E. \quad (10)$$

Сопротивление  $R_{\Sigma}$  равно сумме сопротивлений обмоток генератора и сопротивления внешней нагрузки.

Теперь уравнение движения маховика радиуса  $R$  и массы  $M_{\text{fl}}$  можно записать в виде

$$J \frac{d^2\alpha}{dt^2} = -F_{\tau,1} - F_{\tau,2} - F_{\text{fr}}, \quad J = \frac{1}{2} M_{\text{fl}} R^2. \quad (11)$$

Положение точки  $A$ , или вращение маховика, отслеживается углом  $\alpha$ , положение поршней векторами  $r_{OB,1}$  и  $r_{OB,2}$ . Силы в правой части равенства (8) рассчитываются через давления  $p_1$ ,  $p_2$  и углы  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$ . Способ определения давления указан ниже, а углы определяются по формулам из (3) и (4).

Для полноты описания физики альфа-двигателя Стирлинга необходимы еще модели гидродинамических процессов в регенераторе, тепловых процессов в нагревателе и охладителе. В настоящее время они находятся на стадии разработки.

#### Список использованных источников

1. Xu W., Deng S., Zhao L., Zhang Y., Li S. Performance analysis on novel thermodynamic cycle under the guidance of 3D construction method // *Applied Energy*. – 2019. – Vol. 250. – P. 478–492.
2. Shi L., Shu G., Tian H., Deng S. A review of modified Organic Rankine cycles (ORCs) for internal combustion engine waste heat recovery (ICE-WHR) // *Renew. Sustain. Energy Rev.* – 2018. – Vol. 92. – P. 95–110.
4. Сабденов К.О., Ерзада М., Сулейменов А.Т. Исследование возможности преобразования энергии в космосе с помощью цепной тепловой машины, использующей метан и азот // *Инженерно-физический журнал*. – 2019. – Т. 92, № 3. – С. 596–607.
5. Bataineh K.M. Numerical thermodynamic model of alpha-type Stirling engine // *Case Studies in Thermal Engineering*. – 2018. – Vol. 12. – P. 104–116.
6. Rahmati A., Varedi-Koulaei S.M., Ahmadi M.H., Ahmadi H. Dynamic synthesis of the alpha-type Stirling engine based on reducing the output velocity fluctuations using Metaheuristic algorithms // *Energy*. – 2022. – Vol. 238, Part B. – 121686.

7. Salih S.A., Aljashaami B.A., Alwan N.T., Qasim M.A., Mola A.H., Majeed M.H., Shcheklein S.E., Velkin V.I. Numerical investigation of alpha Stirling engine performance based on ideal and actual adiabatic analysis // J. Phys.: Conf. Ser. – 2023. – Vol. 2550. – 012035.
8. Masser R., Khodja A., Scheunert M., Schwalbe K., Fischer A., Paul R., Hoffmann K.H. Optimized Piston Motion for an Alpha-Type Stirling Engine // Entropy. – 2020. – Vol. 22, No. 6. – P. 700.
9. Chen R., Deng S., Xu W., Zhao L. A graphic analysis method of electrochemical systems for low-grade heat harvesting from a perspective of thermodynamic cycles // Energy (Journal Pre-proof). – 2019.
10. Sabdenov K.O. The Thermodynamic Brayton Cycle with a Reversible Chemical Reaction // Tech. Phys. – 2021. – Vol. 66. – P. 1275–1283.
11. Sabdenov K. The Thermodynamics Cycles with a Reversible Chemical Reaction // Americ. Journ. Modern Phys. – 2023. – Vol. 12, No. 2. – P. 14–20.
12. Ридер Г., Хупер Ч. Двигатели Стирлинга: пер. с англ. – М.: Мир, 1986.
13. Сабденов К.О. Простая модель машины (двигателя) Стирлинга со свободным рабочим поршнем // Инженерно-физический журнал. – 2024. – Т. 97, № 4. – С. 1045–1052.

УДК 621.31

## **ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ТҰТЫНУ РЕЖИМДЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУДЫҢ ЗАМАНАУИ ТӘСІЛДЕРІ**

**Жарасканова Аружан Жанаманкызы**

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Көлік-энергетика факультеті “Электр энергетикасы”  
кафедрасының 1 курс магистранты, Астана, Қазақстан

[zharaskanovaaaru@mail.ru](mailto:zharaskanovaaaru@mail.ru)

Ғылыми жетекші - Жубандыкова Ж.У.

Аңдатпа. Бұл мақалада электр энергиясын тұтыну режимдерін оңтайландырудың заманауи тәсілдері қарастырылады. Электр энергиясын тиімді пайдалану энергетикалық жүйелердің тұрақтылығы мен сенімділігін арттырып, экономикалық және экологиялық тиімділікті қамтамасыз етеді. Зерттеуде интеллектуалды басқару жүйелері (SCADA, Smart Grids), энергия үнемдеуші жабдықтарды қолдану, реактивті қуатты өтемелеу әдістері және динамикалық тарифтік жүйелердің рөлі талданады. Сондай-ақ, Қазақстанның энергетикалық жүйесінің қазіргі жағдайы мен электр энергиясын тұтыну динамикасы қарастырылып, оңтайландырудың негізгі бағыттары ұсынылады. Бұл тәсілдер электр энергиясының шығындарын азайтып, тұтыну тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Кіріспе. Электр энергиясын тиімді тұтыну – заманауи энергетикалық жүйелердің маңызды аспектісі. Әлемдік энергия тұтыну көлемі үнемі артып келеді, бұл генерациялау, тасымалдау және тарату жүйелеріне үлкен қысым түсіреді. Сонымен қатар, климаттың өзгеруі мен экологиялық мәселелер энергетикалық секторды тұрақты дамыту қажеттілігін күшейтуде.

Энергияны тиімді тұтыну – электр желілерінің жүктемесін теңгеруге, генерацияны оңтайландыруға және экономикалық тиімділікті арттыруға мүмкіндік береді. Осыған байланысты, электр энергиясын тұтынуды оңтайландыру әдістерін зерттеу қазіргі энергетикалық жүйелердің тұрақтылығын қамтамасыз етудің маңызды бағыты болып табылады.

Электр тұтыну режимдерін оңтайландырудың заманауи тәсілдері