

**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

**«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2025» студенттер мен жас ғалымдардың  
XX Халықаралық ғылыми конференциясы = XX Международная  
научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE  
BILIM – 2025» = The XX International Scientific Conference for  
students and young scholars «ǴYLYM 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

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЧАСТИЧНОГО СЖИГАНИЯ ВОДОРОДА В ПАРОГАЗОВОЙ УСТАНОВКЕ

Қалжігіт Құрбан Бекжігітұлы

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

Магистрант 1 курса ОП «7М07121 – Технологии зеленой энергетики» ЕНУ им. Л.Н.

Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – Әкімбек Г.Ә.

**Аннотация.** Водородная энергетика привлекает всё большее внимание благодаря своему потенциалу в снижении выбросов парниковых газов и увеличении эффективности энергосистем. Одним из перспективных направлений является частичное замещение природного газа водородом в парогазовых установках, что может привести к изменению теплотворной способности топлива, влиянию на выбросы CO<sub>2</sub> и стоимости выработанной энергии. В данной работе проведён анализ нескольких научных статей, посвящённых этой тематике. Рассматриваются преимущества и недостатки внедрения водорода в качестве топлива, его влияние на характеристики парогазовых установок и возможные экономические последствия. Используемые статьи охватывают как теоретические, так и исследования, позволяя провести сравнительный анализ различных подходов. В работе представлены ключевые результаты исследований, проведено их обсуждение, а также даны рекомендации по применению водородных топливных смесей.

**Ключевые слова:** водород, парогазовая установка, теплотворная способность, выбросы CO<sub>2</sub>, стоимость энергии, сжигания водорода.

**Введение.** Водород рассматривается как перспективное топливо будущего, способное снизить углеродный след энергетики. Одним из способов его внедрения является частичное замещение природного газа водородом в парогазовых установках (ПГУ). Однако данное изменение требует комплексного анализа влияния на эффективность, выбросы и экономическую целесообразность. В данной работе проведён анализ ряда научных публикаций, посвящённых данной проблеме. В качестве источников информации были рассмотрены статьи, исследующие влияние добавления водорода на теплотворную способность топливной смеси, эффективность парогазовых установок и выбросы вредных веществ. Были изучены как теоретические исследования, так и экспериментальные данные. Проведено сравнение различных методик оценки эффективности водородных топливных смесей, выявлены ключевые тенденции и возможные препятствия для внедрения данной технологии. Целью работы является обобщение данных по применению водорода в парогазовых установках и формирование выводов о перспективах использования данной технологии. В настоящий момент для уменьшения выбросов энергетического оборудования разработано и реализовано много мер минимизации воздействия на окружающую среду, к ним можно отнести:

1. Совершенствование режимов горения топлива;
2. Рециркуляцию отработавших газов через подающие форсунки в смеси с воздухом;
3. Применение специальных форсунок;
4. Подвод дополнительного рабочего тела в проточную часть;
5. Технологию очистки отработавших газов;
6. Применение водорода в качестве топлива.

Также по мнению компаний Mitsubishi Hitachi Power Systems (MHPS) в которой указано, что использование водорода привело к сокращению выбросов CO<sub>2</sub> на 10 %, а также, выбросы NO<sub>x</sub> «остались на удовлетворительном уровне». Сжигание водородных газов является весьма сложным процессом, виду того, что по сравнению с другими видами топлива, такими как природный газ, физические свойства водорода сильно различаются. По

оценкам компании MHPs, без существенных изменений в конструкциях существующих ПГУ долю водорода в составе смеси с природным газом можно увеличить до 20 %. Однако могут быть вызваны такие вредные последствия, как более высокие выбросы  $\text{NO}_x$  и сокращение срока службы компонентов тракта горячего газа. В целом водород как энергоноситель, выполняет роль важного инструмента по сокращению выбросов парниковых газов, декарбонизации энергетики, транспортного сектора и промышленности. Роль водорода в энергобалансе будет возрастать. Во-первых, идет процесс декарбонизации, переход к безуглеродной энергетике. Во-вторых, остро стоит вопрос сбалансированности системы, построенной на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ). Для того, чтобы обеспечить надежность энергосистемы, необходимо отработать технологии хранения энергии. И роль водорода как элемента системы хранения будет расти. В-третьих, все государства стремятся к энергобезопасности, энергонезависимости. Именно водород сегодня находится в центре мировой энергетической повестки, и даже самые консервативные оценки говорят о том, что к 2050 году его роль в энергобалансе может составить порядка 18-20%. Фактически он будет сопоставим с такими энергоносителями, как газ, нефть, уголь.

Материалы и методы. В данной работе проведён обзор и анализ научных статей, посвящённых применению водорода в парогазовых установках. Основными источниками информации послужили:

- «Исследование применения водорода в качестве топлива для улучшения энергетических и экологических показателей работы парогазовых установок» (Султанов М.М., Курьянова Е.В.), в котором рассматриваются термодинамические аспекты сжигания водорода;
- «Технико-экономическая оценка параметров тепловых схем ТЭС с водородным генератором», где представлен анализ экономической целесообразности использования водорода;
- «Экспериментальные исследования влияния водорода на горение в парогазовых установках», содержащие данные о влиянии различных концентраций водорода на процесс горения и другие научные работы.

Для удобства анализа проведена систематизация данных по ключевым направлениям исследования. В таблице 1 представлено сравнение различных источников с точки зрения исследуемых параметров. На рис.1 представлена принципиальная схема по улавливанию  $\text{CO}_2$ .

Таблица 1 - Влияние концентрации водорода на ключевые параметры ПГУ

Концентрация $\text{H}_2$ , %	КПД установки, %	Выбросы $\text{CO}_2$ , г/кВт·ч	Выбросы $\text{NO}_x$ , г/кВт·ч
0% (чистый $\text{CH}_4$ )	55	200	50
20% $\text{H}_2$	56,5	160	65
50% $\text{H}_2$	58	120	80
80% $\text{H}_2$	59	80	95
100% $\text{H}_2$	60	0	110

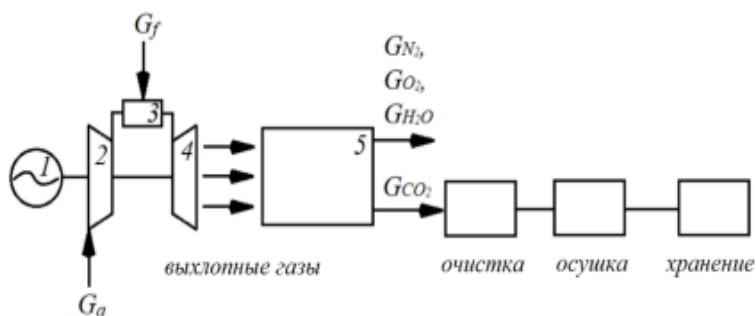


Рисунок 1 - Принципиальная схема по улавливанию  $\text{CO}_2$

Парогазовая турбина использует топливный газ различного компонентного состава. Эксплуатация газовой турбины происходит при работе на природном газе, но возможно использование керосина в качестве резервного топлива. Работа на резервном топливе может быть кратковременна, но состав продуктов сгорания будет отличаться. Альтернативой природному газу и керосину, используемых в качестве топлива газовой турбины, может быть водород. Водород является экологически чистым топливом. Сжигание водорода сопровождается выделением большого количества энергии, порядка 135-140 Мдж на 1 кг водорода. Пример состава топлива представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Компонентный состав топлива

Компонент	Формула	Молекулярный вес	Плотность кг/м <sup>3</sup>	Объемный состав	
				Газ-1	Газ-2
Метан	CH <sub>4</sub>	16,0426	0,668	97,24	94,500
Этан	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30,0694	1,26	0,12	2,100
Пропан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44,1	1,866	0,01	0,500
Изо-бутан	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58,124	2,491	0,000	0,200
Кислород	O <sub>2</sub>	31,9988	1,331	0,025	0,022
Азот	N <sub>2</sub>	28,0134	1,165	2,5	2,480
Двуокись углерода	CO <sub>2</sub>	44,01	1,841	0,1	0,200

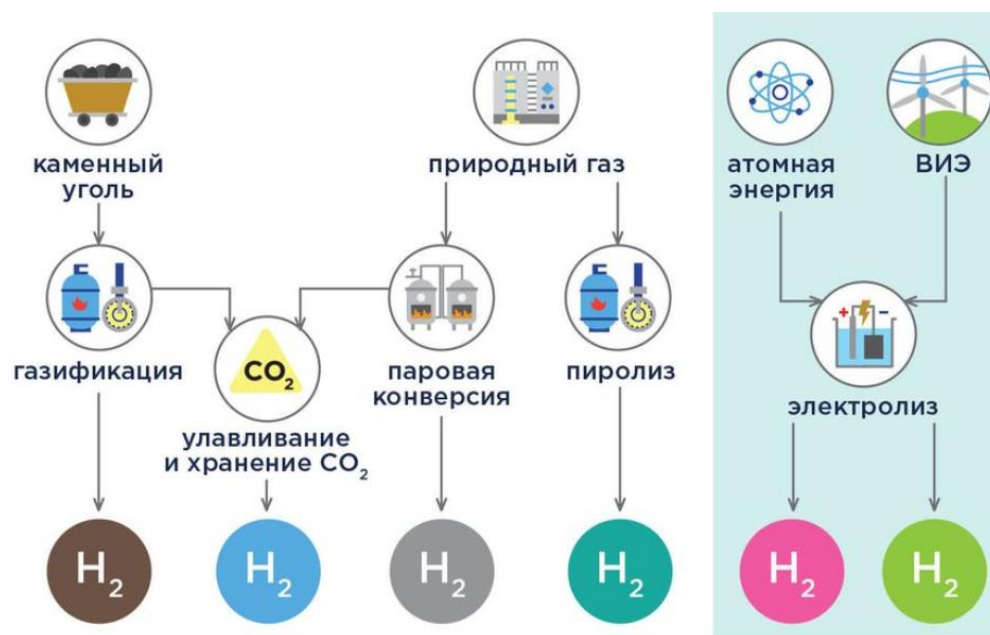


Рисунок 2 - Способы получения водородного топлива

В настоящее время порядка 75% объема мирового производства водорода приходится на «серый» водород. Для его получения природный газ нагревают и смешивают с паром, что является самым дешевым и одновременно наименее экологичным способом производства водорода. В данном процессе выделяется большое количество углекислого газа. Больше 20% водорода относится к «коричневому» или «бурому» типу. Его получают путем газификации угля. Этот метод также после себя оставляет парниковые газы. «Голубой» водород получают из природного газа, при этом вредные отходы улавливаются для вторичного использования. Тем не менее, идеально чистым этот метод назвать нельзя, поскольку диоксид углерода нужно утилизировать, а это снижает экономическую эффективность энергетики. «Розовый» или «красный» водород производят при помощи атомной энергии. Для получения «бирюзового» водорода природный газ нагревают до 900°C в вакууме. Побочным продуктом такого метода производства является твердый углерод, который

можно использовать в промышленности и легко утилизировать. Но самым экологически чистым считается «зеленый» водород – он производится из возобновляемых источников энергии (ВИЭ) методом электролиза воды. Все, что необходимо для этого: вода, электролизер и большое количество электроэнергии. Именно на «зеленый» водород делают ставку в альтернативной энергетике, т.к. он в будущем может полностью заменить ископаемое топливо. Безусловно, «зеленая» повестка требует водорода, произведенного более чистыми способами. Например, «фиолетового» или «розового», полученного на АЭС; «бирюзового» – полученного методом пиролиза метана. Но «серый» и «бурый» остаются пока наиболее дешевыми в производстве и обеспеченными сырьем. В 2022 г. углеводородами обеспечивается 82% производства водорода, при этом примерно в 20% случаев водород является побочным продуктом производства. Современные ПГУ ставят задачи адаптации топливной системы газовой турбины под каждый вид топлива в отдельности, а в лучшем случае – к совместному или последовательному сжиганию многокомпонентных топливных газов. Современные ПГУ обычно производят около 500 г CO<sub>2</sub>/ (кВт·ч) в конфигурации простого цикла ПГУ и около 300 г CO<sub>2</sub>/ (кВт·ч) в конфигурации комбинированного цикла ПГУ. Использование водорода в качестве топлива снижает выбросы CO<sub>2</sub> в процессе сгорания, поскольку водород сгорает с образованием воды. Ключевая технология, необходимая для масштабного газовой турбины использования водорода в газовой электроэнергетике, – водородная турбина. По оценке компании Mitsubishi Hitachi Power Systems (MHPS), для существующих ПГУ можно увеличить долю водорода до 20 % в его смеси с природным газом без существенных изменений в их конструкции. При непрерывной работе газовой турбины в таких условиях отклонение числа Воббе, определяемого для конкретного газа и давления при его подаче в камеру сгорания, составляет не более 5%. Зарубежные производители ПГУ проводят интенсивные исследования по использованию в качестве топлива метано-водородных смесей с большим содержанием водорода. Так, ряд зарубежных ПГУ, например, Ansaldo Energia GT36 H-класса, и газовая турбина 7HA производства General Electric (GE) мощностью 384 МВт, оснащенная системой сжигания multi-tube (рис.7), могут работать на смеси природного газа и водорода с объемной долей водорода до 50%. Компания Mitsubishi Hitachi Power Systems (MHPS) успешно испытала сверхмощную парогазовую турбину серии J мощностью 470 МВт в работе на топливной смеси из природного газа (70%) и водорода (30%). Испытания проведены на заводе в г. Такасаго (Япония) на парогазовой установке мощностью 700 МВт (КПД 63 % с температурой газов 1600 °С после камеры сгорания ПГУ). Для сжигания топлива использовались горелки с вихревым перемешиванием. Благодаря водороду выбросы CO<sub>2</sub> сократились на 10 %, а выбросы оксидов азота «остались на удовлетворительном уровне». Ведется работа по увеличению доли водорода до 100 %. Для этой ПГУ разрабатываются низкоэмиссионные камеры сгорания multi-cluster, концепция которых заимствована из ракетной техники. Компания Siemens взяла на себя обязательство постепенно увеличивать мощности своих газовых турбин при увеличении доли водорода в топливной смеси как минимум до 20% к 2020 г. и до 100% к 2030 г. Первая цель уже достигнута благодаря проектам с участием двух турбин SGT600 на ТЭС компании Braskem в Бразилии. Специалисты компании Siemens Energy разработали для нее когенерационную установку, использующую в качестве топлива остаточный технологический газ с высоким содержанием водорода. Все ПГУ большой мощности компании Siemens Energy (от SGT5-2000E до SGT5/6- 9000HL) способны работать на смеси природного газа и водорода с объемной концентрацией до 30%. ПГУ SGT-600 может работать с концентрацией водорода до 60 %, а SGT-800 – до 50% (рис. 8). В ближайшее время планируется, что они смогут работать на водородсодержащей смеси с концентрацией водорода 75 %.

Из-за больших различий в физических свойствах водорода по сравнению с природным газом, сжигание водорода является сложной задачей, особенно для малоэмиссионного сжигания с низким уровнем выбросов NO<sub>x</sub>. При переходе на водородсодержащий газ в ПГУ необходимо учитывать, что эмиссия оксидов азота возрастает

с увеличением доли водорода. Таким образом, парогазовая турбина на водородном топливе в будущем должна предлагать больше эксплуатационных возможностей, таких как большее количество пусков, более низкие выбросы при частичной нагрузке, возможность горячего пуска, короткое время пуска, низкие эксплуатационные расходы и гибкость в отношении используемого топлива. При этом, несмотря на улучшение экологических показателей, переход на водород имеет определенные недостатки. Обладая меньшей объемной теплотой сгорания, он приводит к большему объему расход у топлива. В результате можно наблюдать снижение эффективного КПД в парагазовй установке. Также из-за повышения выработки воды при сжигании водорода имеется возможность снижения эрозионной стойкости лопаток. Тем не менее переход на водородное топлив является не только экологический обоснованным, но и экономически перспективным направлением.

Обсуждение. Результаты анализа показывают, что водород обладает значительным потенциалом для повышения эффективности работы ПГУ и снижения выбросов CO<sub>2</sub>. Однако выявлен ряд технических и экономических ограничений, которые требуют дополнительного изучения и разработки решений.

1. Преимущества водородного топлива. Основное преимущество – значительное снижение выбросов CO<sub>2</sub>. Как показано в таблице 1, при 50% содержании водорода выбросы уменьшаются на 40%, а при полном замещении природного газа водородом – на 100%. Это подтверждается данными из исследования Султанова М.М., где также указывается, что водород позволяет повысить КПД парагазовых установок.

2. Недостатки и ограничения. Несмотря на экологические преимущества, применение водорода сопряжено с проблемами. Основная сложность – увеличение выбросов NO<sub>x</sub> при росте концентрации водорода в топливе. Это связано с более высокой температурой горения водорода по сравнению с природным газом. Для решения этой проблемы рассматриваются технологии низкотемпературного сжигания и селективного каталитического восстановления.

Другим важным фактором является стоимость водорода. Производство «зелёного» водорода на данный момент остаётся дорогим, что ограничивает его широкое применение в энергетике. В исследовании Курьяновой Е.В. предложены возможные способы снижения стоимости водорода за счёт масштабирования технологий электролиза и использования возобновляемых источников энергии.

3. Сравнение с другими исследованиями. Результаты данной работы согласуются с исследованиями Европейской комиссии, где также показано, что водород может снизить углеродный след энергетике, но требует значительных вложений в инфраструктуру. В статье по технико-экономической оценке ТЭС с водородным генератором отмечается, что экономическая эффективность водородного топлива возрастает при наличии субсидий и налоговых льгот.

Заключение. Частичное замещение природного газа водородом в парогазовых установках позволяет снизить выбросы CO<sub>2</sub>, повысить КПД и улучшить экологические показатели. Однако рост доли водорода приводит к увеличению выбросов NO<sub>x</sub>, что требует применения технологий их снижения. Кроме того, высокая стоимость водородного топлива остаётся значительным барьером для его широкого внедрения.

На основе проведённого анализа выявлено, что:

1. Оптимальная концентрация водорода в топливной смеси составляет 30–50%, при которой достигается баланс между эффективностью, выбросами и безопасностью эксплуатации.

2. Современные технологии хранения и транспортировки водорода нуждаются в развитии для снижения стоимости его использования в энергетике.

3. Для широкомасштабного внедрения водородного топлива необходимы государственная поддержка, субсидии и развитие инфраструктуры.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию параметров горения, снижение выбросов NO<sub>x</sub> и разработку более эффективных способов производства

водорода. Только комплексный подход позволит внедрить водород в энергетику и достичь углеродной нейтральности.

#### Список использованных источников

1. Экология, энергетика, энергосбережение: бюллетень / под редакцией академика РАН А.В. Клименко. – Москва: ПАО «Мосэнерго», 2023.
2. Г.Е. Марьин, Б.М. Осипов, А.Р. Ахметшин Казанский государственный энергетический университет, г.Казань, Россия ЗАО «ТАТЭНЕРГО» филиал «Казанская ТЭЦ–2», г. Казань, Россия Ассоциация «Росэлектромонтаж», г. Москва, Россия
3. Анализ эффективности технологии производства водорода на мини-ТЭЦ на местных видах топлива термохимическим методом В. А. Седнин<sup>1</sup>), Р. С. Игнатович<sup>1</sup>) 1) Белорусский национальный технический университет (Минск, Республика Беларусь)
4. Техничко-экономическая оценка параметров тепловых схем ТЭС с водородным генератором. М.М. Султанов, Е.В. Курьянова Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Волжском, Россия
5. Энергетическая эффективность технологий использования водорода на ТЭС В.А. Лебедев, О.Л. Горина Санкт-Петербургский горный университет Санкт-Петербург, Россия
6. Utilization of hydrogen in gas turbines: a comprehensive review Mohammad Alhuyi Nazari, Morteza Fahim Alavi, Mohamed Salem, Mamdouh El Haj. International Journal of Low-Carbon Technologies, Volume 17, 2022, Pages 513–519
7. Juste GL. Hydrogen injection as additional fuel in gas turbine combustor. Evaluation of effects. Int J Hydrog Energy 2006; 31:2112–21.
8. Hydrogen and Fuel Cell Technologies Office. Hydrogen Storage n.d.
9. Taamallah S, Vogiatzaki K, Alzahrani FM et al. Fuel flexibility, stability and emissions in premixed hydrogen-rich gas turbine combustion: technology
10. York WD, Ziminsky WS, Yilmaz E. Development and testing of a low NO<sub>x</sub> hydrogen combustion system for heavy-duty gas turbines. J Eng Gas Turbines Power 2013;135
11. Maslennikov VM, Shterenberg VJ. Advanced gas turbine system utilizing partial oxidation technology for ecologically clean power generation. Int J Low Carbon Technol 2011; 6:55–63.

UDC 331.458

## TO THE QUESTION OF LABOR SAFETY IN THERMAL POWER INDUSTRY

**Omarbekova Aruzhan Bulatovna**

1st year Master's student of the Education program 7M08702 - "Agroengineering"

S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Kazakhstan

Supervisor – S.V. Romanenko

Thermal power engineering as a branch of the national economy is the most important part of a fuel power system, which includes interconnected processes of extraction, transformation, distribution and use of energy resources.

The goal of labor protection at thermal power industry is priority of the life and health of workers throughout their production activities, as well as to create safe working conditions.

The problem of increasing the level of occupational diseases and mortality remains relevant all over the world. According to this data, labor protection laws are in force in many countries, as well as in our state. The Constitution of the Republic of Kazakhstan is the legal basis for organizing work on labor protection in the country. In addition, the fundamental documents on labor protection for workers are labor protection instructions in the field of safety during work.