

**Каукаров Алтынбек Кубашевичтің**  
6D071300 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялар» мамандығы  
бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін «**Іштен жану**  
**қозғалтқыштары үшін композиттік материалдан жасалған**  
**компрессиялық поршендік сақиналардың жаңа конструкциясын**  
**әзірлеу»** тақырыбындағы диссертациялық жұмысына  
**АНДАТПА**

**Зерттеудің өзектілігі.** Қазіргі заманғы іштен жанатын поршенді қозғалтқыш XIX ғасырдың соңы мен XX ғасырдың басында қалыптасты. Осы уақыт ішінде, яғни бір жарым ғасырға жуық кезеңде қозғалтқыштар жетілдірілді, олардың меншікті қуаты артты, тиімділігі жоғарылады. Алайда, отынның химиялық энергиясын газдың потенциалдық энергиясына, одан әрі қысым арқылы поршеннің қозғалыс энергиясына айналдыратын негізгі элемент ретінде цилиндр-поршен тобы өз мәнін сақтап қалды.

Бұл торап цилиндр гильзасын, гильзадағы поршеннің тығыздалуын қамтамасыз ететін компрессиялық сақиналармен жабдықталған поршенді, поршенді қозғалтқыштың кинематикалық механизмімен байланыстыратын шатун немесе штокты қамтиды және осы құрылым түбегейлі өзгерген жоқ. Цилиндр-поршень тобындағы үйкеліс шығындарын азайту үшін цилиндр тікелей қозғалтқыштың май қартеріне орналастырылады, оның төменгі жағы ашық және қартер қуысымен байланысқан. Цилиндрдің поршень астындағы кеңістігі кинематикалық механизмді майлау кезінде шашырайтын немесе арнайы бүріккіштер арқылы поршеннің артқы жағына жеткізілетін маймен майланады және ішінара салқындатылады. Гильзаның бетіндегі артық май май сыдырғыш сақиналар арқылы алынып тасталады.

Поршеннің цилиндрдегі тығыздалуы сақина ұштарының түйісуінен және сақинаның серпімділігі арқылы гильза бетіне қысылуынан қамтамасыз етілетін компрессиялық сақиналар жиынтығымен іске асырылады. Қозғалтқыш жұмыс істеген кезде, компрессиялық сақиналардың гильза бетімен үйкелісі нәтижесінде сақиналар да, гильза беті де тозады. Бұл кезде гильзаның шеңбер пішіні бұзылады. Сақиналар тозған сайын олардың түйісу саңылауы артады. Газдар қысыммен поршень астына өтіп кетеді және сақиналардың астындағы ойықтарға енеді, бұл сақиналардың гильза бетіне қысылу күшін арттырады. Соның салдарынан гильзаның биіктігі бойындағы тозуы поршеннің жоғары және төменгі өлі нүктелері арасында орын ауыстыруына сәйкес газ қысымының өзгеруіне байланысты біркелкі емес болады.

Цилиндр-поршень тобы қалыпты жұмыс істеуі үшін май сыдырғыш сақиналар өткеннен кейін гильзаның бетінде май пленкасы қалуы тиіс. Алайда жану процесінен кейінгі кеңею тактіңде бұл пленка ыстық газдардың әсеріне ұшырап, бұзылады. Тіпті жану камерасындағы майдың аз мөлшері де қозғалтқыштың термодинамикасына, сенімділігіне, үнемділігіне және экологиялық көрсеткіштеріне теріс әсер етеді.

Май кокстеліп, күйе мен лак тәрізді шөгінділер түзеді. Бұл жану камерасының геометриясын өзгертеді, көлемін азайтады және қысу дәрежесін арттырады, бұл отынның ерте тұтануына әкелуі мүмкін. Компрессиялық сақиналардың ойықтарының кокстелуі олардың қозғалысын қиындатады, герметикалықты бұзады және сақиналар мен гильзаның тозуын тездетеді. Сонымен қатар, оттегі жетіспеушілігі жағдайында жанатын май қатерлі бензпирен ( $C_{20}H_{12}$ ) сияқты улы заттардың көзіне айналады. Бұл жағымсыз құбылыстар цилиндр-поршень тобы компоненттері тозған сайын күшейе түседі.

Материалтану саласындағы қазіргі жетістіктер графит негізіндегі, мыс, қола, темір және басқа металдардың матрицалары бар композиттік, үйкеліс қасиеттері төмен материалдарды жасауға мүмкіндік берді. Мұндай композиттер ұнтақ металлургиясы әдістерімен алынады. Үйкеліс коэффициентінің төмендігімен қатар, бұл материалдар термиялық тұрақтылыққа да ие.

Бұл материалдар электр техникасында (мысалы, электр қозғалтқыш щеткаларында), май қолдануға болмайтын құрғақ мойынтіректерде, сондай-ақ, азық-түлік өнеркәсібіне арналған жабдықтардағы поршенді компрессорлардың компрессиялық сақиналарында сәтті қолданылады. Алайда іштен жанатын қозғалтқыштарда мұндай «құрғақ» тығыздау материалдарының қолданылуы әлі кең таралған жоқ. Осы жұмыста компрессиялық поршендік сақинаны жасау үшін мыс-графитті материалдарды қолдану ұсынылады.

**Зерттеудің мақсаты** – іштен жанатын қозғалтқыштың компрессиялық поршендік сақинасын жасауға арналған мыс-графитті материал негізіндегі конструкция мен дайындау технологиясын әзірлеу.

**Зерттеу нысаны** – іштен жанатын қозғалтқыштың компрессиялық поршендік сақинасының конструкциясы мен материалы.

**Зерттеу пәні** – компрессиялық поршендік сақинаның үйкеліс энергия шығыны, компрессияны қамтамасыз ету, тозуы бойынша көрсеткіштерін тексеру.

**Зерттеу міндеттері:**

- мыс-графитті материалды қолдану кезіндегі компрессиялық поршендік сақинаның жұмыс сипаттамаларының цилиндр гильзасының үйкеліс бетіне әсерін талдау және теориялық тұрғыда негіздеу;
- меншікті қысым, жұмыс режимі және тығыздау аймағындағы температураны ескере отырып, компрессиялық поршендік сақиналардың тозуының математикалық моделін жасау;
- мыс-графитті материалдан жасалатын компрессиялық сақинаның жаңа конструкциясы мен дайындау технологиясын әзірлеу;
- мыс-графитті материалдан жасалған поршендік сақинаның сынама үлгісінің үйкеліс күшін, компрессиясын және тозуын эксперимент арқылы дәлелдеу;
- ANSYS бағдарламасында соңғы элементтер әдісімен (СЭӘ) сандық модельдеу жүргізіп, сақинаның цилиндрмен жанасу аймағындағы кернеу мен

деформация таралуын дәстүрлі және ұсынылған конструкциялар үшін бағалау.

**Зерттеудің ғылыми жаңалығы:**

- компрессиялық поршендік сақиналардың жұмысын талдау негізінде цилиндр-поршень тобына тығыздағыш ретінде мыс-графитті материалдан жасалған сақиналарды қолдану туралы техникалық шешім негізделді;
- мыс-графитті материалдан жасалған компрессиялық сақинаның конструкциясы жасалып, оның жаңалығы ҚР патентімен расталды (№ 23549, бюл. №12, 15.12.2010 ж.);
- мыс-графитті материалдан жасалған компрессиялық сақинаны жасау технологиясы әзірленді;
- өткізілген эксперименттік сынақтар үйкеліс күшінің 42%-ға дейін төмендеуін, тозудың 2 еседен астам азаюын және жаңа конструкцияны қолданған кезде компрессияның тұрақтылығы расталды;
- ANSYS бағдарламасында сандық модельдеу жүргізіліп, тұтас сақиналармен салыстырғанда жанасу аймағындағы кернеулер мен деформациялардың төмендейтіні анықталды.

**Жұмыстың практикалық маңыздылығы** – мыс-графитті материалдан жасалған компрессиялық сақинаның жаңа конструкциясы қозғалтқыш жасау кәсіпорындарында қолданылуы мүмкін.

**Зерттеу нәтижелерінің шынайылығы** қарастырылып отырған саладағы нормативтік құжаттар (МЕМСТ) ұсынымдарын қолдануымен, есептік мәліметтердің зерттеу нәтижелерімен сәйкестігімен дәлелденеді.

**Қорғауға ұсынылатын нәтижелер:**

- компрессиялық поршендік сақиналардың конструкциясы, қызметтері және жұмыс жағдайлары бойынша теориялық зерттеулер нәтижелері;
- мыс-графитті материалды қолдана отырып цилиндр-поршень тобының тығыздағышын жобалаудың ерекше тәсілі;
- мыс-графитті материалдан жасалған компрессиялық сақинаның конструкциясы;
- іштен жанатын қозғалтқыштың компрессиялық сақинасы бойынша эксперименттік зерттеулер нәтижелері;
- мыс-графитті материалдан компрессиялық сақина элементтерін дайындау технологиясы.

**Жұмыстың апробациясы.** Зерттеу нәтижелері келесі конференцияларда баяндалды: «Двигатель-2010» халықаралық конференциясы, Н.Э. Бауман атындағы ММТУ, Ресей, 2010 ж.; «Көлік және коммуникация кешенін дамытудың инновациялық технологиялары» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция, Алматы, Қазақстан, 2011ж.; «Негізгі ғылым және технологиялар – болашағы бар әзірлемелер» халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы, Норт-Чарлстон, АҚШ, 2015 ж.; «Өндірістегі инновациялар және техникалық кадрларды даярлау» халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы, Ақтөбе, Қазақстан, 2016ж.

**Жарияланымдар.** Зерттеу нәтижелері бойынша 26 мақала жарияланған, оның ішінде: Scopus базасына енген журналдарда – 4 мақала, ҚР ҒЖБМ ҒЖБМСБК және ТМД елдерінің ЖАК ұсынған басылымдарда – 8 мақала, халықаралық ғылыми-техникалық конференциялар еңбектерінде – 11 мақала, сонымен қатар 3 инновациялық патент пен 1 авторлық куәлік алынған:

**Scopus/Web of Science дерекқорларында индекстелетін халықаралық рецензияланатын ғылыми журналдарда:**

1. Kuanyshev M., Nuralin B., Salimov B., **Kaukarov A.** et al. The improvement of friction bearing manufacturing technology by using copper alloy // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. – 2017. – T. 88. – №. 1. – С. 317-324.

2. Nuralin B., Kuanyshev M., Murzagaliev A., **Kaukarov A.**, & Utebayev I. Evaluation of the ratios of the main indicators of the dry sealing of the cylinder-piston group of internal combustion engines using a solid lubricant // *Transport Problems*. – 2022. – T. 17. – №. 3.

3. **Kaukarov A.**, Kokodeeva N., Kochetkov A., Yankovsky L., Chelpanov I. Capture of large objects by the earthmoving machine's implement during operation on motor and toting roads // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. – 2020. – Vol. 1116. – P. 285–296.

4. Kulgildinov M.S., **Kaukarov A.**, Kamzanov N.S., Taran M.V., Zhauyt A., Kulgildinov B.M. Determination of kinematic and force parameters of the special bucket shovel for the development of large-block soils // *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*. – 2020. – Vol. 9, № 6. – P. 813–824. – Индия. – DOI или URL при наличии.

**Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Білім және ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті (ҚР ҒЖБМ БҒССҚК) және ТМД елдерінің ЖАК ұсынған басылымдарда:**

1. **Каукаров А.**, Бақыт Ғ., Куанышев М., Сауханов Н., & Жаманбаев Б. Іштен жану қозғалтқышы кривошипті-шатунды механизмінің бөлшектерін кешенді зерттеу // *Вестник КазАТК*. – 2024. – Т. 134. – №. 5. – С. 49-58.

2. Куанышев М., **Каукаров А.**, Сауханов Н., Мурзагалиев А., & Бақыт Ғ. (2024). Ұқсастық пайдалану шартында екі тактілі қозғалтқышты жасау саласындағы эксперименттік зерттеу. *Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ хабаршысы. Техникалық ғылымдар және технологиялар сериясы*. - 2024, №2(147). с. 219-230. <https://doi.org/10.32523/2616-7263-2024-147-2-219-230>

3. **Каукаров А.**, Бақыт Ғ., Жаманбаев Б., Саменов Г., Забиева А., & Сауханов Н. (2024). Повышение износостойкости и эффективности работы поршневого уплотнения двигателей внутреннего сгорания. *Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева серия: Технические науки и технологии*. – 2024. – Т. 148. – №. 3. – С. 253-264. <https://doi.org/10.32523/2616-7263-2024-148-3-253-264>

4. Некрасов В. Г., Куанышев М.К., **Каукаров А.К.**, Мухтаров А.Т. Оптимизация конструкции двигателя // Ползуновский вестник. – 2006. – №. 4. – С. 131-134.

5. **Каукаров А. К.**, Мендебаев, Т. М., Некрасов, В. Г., Куанышев, М. К. Исследование сухого уплотнения двигателя внутреннего сгорания //Двигатели внутреннего сгорания. – 2010. – №. 2. – С. 123-127.

6. Нуралин Б.Н., Куанышев М.К., **Каукаров, А. К.**, Таханова Г.Ж., Глушков И.Н. Совершенствование поршневого уплотнения двигателей внутреннего сгорания. Известия Оренбургского ГАУ, Россия. - 2023, № 3(101). с. 167-174

7. Мурзагалиев, А. Ж., Некрасов, В. Г., Куанышев, М. К., Мухтаров, А. Т., & **Каукаров А. К.** Экспериментальные исследования в области создания двухтактного двигателя //Авиационно-космическая техника и технология. – 2012. – №. 10. – С. 77–81.

8. **Каукаров А. К.**, Некрасов В.Г. Цилиндро-поршневая группа ДВС // *Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан*. – 2007. – № 1. – С. 112–117.

#### **Өнертабыстарға берілген инновациялық патенттер:**

1. Некрасов В.Г., Куанышев М.К., Мухтаров А.Т., Мурзагалиев А.Ж., **Каукаров А. К.** Уплотнение штока поршня двигателя внутреннего сгорания. Инновационный патент РК, № 27180, от 15.07.2013 г., бюл. №7

2. Некрасов В.Г., Куанышев М.К., Мухтаров А.Т., Мурзагалиев А.Ж., **Каукаров А. К.** Механизм преобразования движения поршневой машины. Инновационный патент РК, № 27179, от 15.07.2013 г., бюл. №7

3. **Каукаров А. К.**, Некрасов В.Г., Куанышев М.К., Мухтаров А.Т., Мурзагалиев А.Ж. Поршень двигателя внутреннего сгорания. Инновационный патент РК, № 23549, бюл. №12 от 15.12.2010 г.

#### **Авторлық куәліктер:**

1. Куанышев М.К., **Каукаров А. К.**, Мырзабеков Н.М., Бакытжанов Н.Р. Разработка конструкции сухого уплотнения поршня в цилиндре двигателя внутреннего сгорания : свидетельство о внесении сведений в Государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом № 5940 от 21.10.2019 г.