

ӨОЖ 62-2

**Д.С. Мырзалиев, А.Б. Усеров\***, Д.А. Абзалова, К.К. Бернадин, Н.Н. Габдулов  
т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
докторант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
\*Корреспондент авторы: orynkul\_s@mail.ru

## **SOLIDWORKS БАҒДАРЛАМАСЫМЕН МОЙЫНТІРЕК БӨЛШЕГІНІҢ 3D МОДЕЛІНЕ ЗЕРТТЕУ ЖҮРГІЗУ**

### **Түйін**

Бұл мақалада SolidWorks бағдарламалық кешені негізінде мойынтірек бөлшегінің үшөлшемді (3D) моделі жасалып, оған зерттеу жүргізу әдістері қарастырылды. Мойынтірек – айналмалы немесе сызықты қозғалысты жүзеге асыратын бөлшектердің өзара жанасуын қамтамасыз ететін, үйкелісті азайтып, жүктемені қабылдайтын машина бөлшегі. Ол біліктердің немесе басқа да қозғалмалы тетіктердің дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Алдымен бөлшектің геометриялық пішіні, негізгі өлшемдері мен конструкциялық ерекшеліктері анықталып, нақты параметрлерге сәйкес виртуалды үлгі құрастырылды. Модельдеу барысында компьютерлік инженерлік талдау құралдары қолданылып, бөлшектің жұмыс істеу жағдайларындағы мінез-құлқы зерделенді. Әсіресе жүктеме түсіру кезіндегі кернеу мен деформацияның таралуы, мойынтіректің сенімділігі мен ұзақ мерзімді жұмыс қабілеті бағаланды. Алынған нәтижелер теориялық болжамдармен салыстырылып, модельдің артықшылықтары мен шектеулері көрсетілді. Зерттеу жұмысы инженерлік жобалауда сандық әдістерді қолданудың тиімділігін дәлелдеп, болашақта нақты өндірістік процестерді жетілдіруге негіз бола алады.

**Кілттік сөздер:** SolidWorks, мойынтірек, 3D модельдеу, компьютерлік зерттеу, инженерлік талдау, жүктеме.

### **Кіріспе**

Инженерлік тәжірибеде машиналар мен механизмдердің сенімді жұмыс істеуі олардың құрамдас бөліктерінің дәл әрі сапалы жобалануына тікелей байланысты. Солардың ішінде мойынтіректер айналмалы қозғалысты қамтамасыз ететін негізгі элемент болып табылады. Қазіргі таңда 3D модельдеу және компьютерлік зерттеу құралдары инженерлік жобалауды айтарлықтай жеңілдетіп, уақыт пен шығынды азайтуға мүмкіндік береді. SolidWorks бағдарламасы – осындай құралдардың бірі, ол күрделі бөлшектерді жобалауда, олардың беріктігін тексеруде және визуализациялауда кеңінен қолданылады.

### **Негізгі бөлім**

Мойынтірек-салыстырмалы қозғалыс жасайтын машина бөлшектері арасындағы үйкеліс пен тозуды азайтуға арналған техникалық құрылғы. Ол әдетте айналмалы немесе Алға қозғалатын біліктерді, осьтерді және механизмдердің басқа элементтерін қолдау үшін қолданылады [1].

Мойынтіректің негізгі функциялары:

- беттер арасындағы үйкелісті азайту;
- қозғалыстың нақты бағытын қамтамасыз ету (айналмалы немесе сызықтық);
- жүктемелерді қабылдау (радиалды, осьтік немесе аралас);
- бөлшектердің және бүкіл машинаның қызмет ету мерзімін ұзарту.

Мойынтіректердің негізгі түрлері:

- Сырғанау мойынтіректері-жанасу сырғанау бетінде жүзеге асырылады. Майлау (май, пластикалық майлау, кейде өзін-өзі майлау материалдары) қолданылады.

- Домалау мойынтіректері-ішінде жылжымалы денелер (шарлар, роликтер, инелер) орналасқан, бұл сырғанаумен салыстырғанда үйкелісті азайтады.

- Шарикті (радиалды, қыңыр, радиалды қыңыр)

- Роликті (цилиндрлік, конустық, сфералық және т. б.)

- Ине тәрізді

Домалау мойынтіректері - ішкі және сыртқы сақиналар арасында орналасқан домалау денелері (шарлар немесе роликтер) арқылы үйкеліс азаятын мойынтіректердің бір түрі. Сырғанаудың орнына домалау пайда болады, сондықтан сырғанау мойынтіректеріне қарағанда қарсылық аз болады.

Негізгі элементтер:

- Ішкі сақина-білікке қойылады.

- Сыртқы сақина-корпусқа орнатылады.

- Домалақ денелер-шарлар, цилиндрлер, роликтер немесе инелер.

- Сепаратор-домалау денелерін бірдей қашықтықта ұстайды.

Қайда қолданылады:

- Автомобильдер (дөңгелектер, беріліс қорабы, қозғалтқыш)

- Электр қозғалтқыштары

- Өнеркәсіптік жабдықтар

- Станоктар

- Тұрмыстық техника (кір жуғыш машиналар, желдеткіштер)

Радиалды бірқатарлы шарикті мойынтірек негізінен радиалды күштерді қабылдайды, сонымен қатар ол осьтік күштің шамамен 70%-ына дейінгі бөлігін көтере алады. Мұндай мойынтіректерде білік осінің ығысу бұрышы  $15^\circ$ -тан аспауы тиіс. Қолданылу аясы кең, конструкциясы қарапайым және домалау мойынтіректерінің ішінде ең қолжетімді түріне жатады [3].

Екіқатарлы радиалды-сфералық шарикті мойынтірек радиалды күштермен қатар, осьтік бағыттағы күштерді де қабылдай алады. Бұл мойынтірек біліктер орналасқан тораптарда немесе сыртқы сақинаның тесіктерін дәл сәйкестендіру мүмкін болмаған жағдайларда тиімді қолданылады.

Радиалды роликті мойынтірек қысқа цилиндр пішінді роликтердің көмегімен радиалды күштерді қабылдайды, бірақ осьтік күштерді көтере алмайды. Оның артықшылығы – ішкі сақинаны роликтерден бөлек жинақтауға мүмкіндік беретін құрылымдық ерекшелігінде. Мұндай мойынтіректер айтарлықтай үлкен радиалды күштерге төтеп бере алады, бірақ білік осінің бұрыштық ығысуына сезімтал болып келеді [5].

Ине тәрізді роликті мойынтірек те радиалды күштерді қабылдау үшін қолданылады. Жоғары дәлдікпен жасалған, сепараторы бар инеге ұқсас роликтердің арқасында ол жоғары айналу жиілігінде (10–12 м/с дейін) де сенімді жұмыс істей алады.

Екі қатарлы роликті мойынтірек сфера бүйірлі роликтермен радиал бағытындағы және ось бағытында келген күштерді қабылдайды. Бұл мойынтіректер өзіне енгізілген біліктің осінің бұрыштық ығысуын 2-30-қа дейін шектей алады.

Мойынтіректің ерекшелігі: қымбаттылығы, оның жасалуының күрделілігі және жоғары радиал бағытында түсетін күштерді қабылдай алатындығы.

Радиалды – тіреуішті шарикті мойынтіректер радиал және ось бойымен бір бағыттағы келген күштерді қабылдай алады [4].

Ось бойында әсер ететін шектік күштің шамасы шариктердің сақиналарымен түйісу бұрышына байланысты олар:  $\beta=12^\circ$  (тип 3600);  $\beta=26^\circ$  (тип 46000);  $\beta=36^\circ$  (тип 66000).

Түйісу бұрышы үлкен шарикті мойынтіректер негізінен осьтік бағыттағы едәуір күштерді қабылдауға бейімделген. Кей жағдайда олардың көтеретін осьтік күші радиалды күштен де жоғары болуы мүмкін. Мұндай мойынтіректер білік осінің қиғаш орналасуына сезімтал болып келеді. Егер ось бойымен екіжақты күштер әсер ететін болса, оларды механизмнің тораптарында жұптап орнатады.

Радиалды-тіреуші роликті мойынтірек конус тәрізді бірқатарлы роликтерден тұрады және радиалды күшпен қатар, біржақты осьтік күшті қабылдайды. Білік осінің ығысуына өте сезімтал. Егер осьтік күш екі жақтамадан әсер етсе, мұндай мойынтіректер де қосақталып қолданылады. Радиалды-тіреуші шарикті мойынтіректермен салыстырғанда жүк көтергіштігі жоғары, бірақ айналу дәлдігі мен жылдамдығы төменірек әрі бағасы қолжетімді [2].

Тіреуші бірқатарлы шарикті мойынтірек тек осьтік күштің бір бағыттағы әсерін қабылдауға арналған. Ол салыстырмалы түрде аз айналу жиілігі бар тораптарда қолданылады.

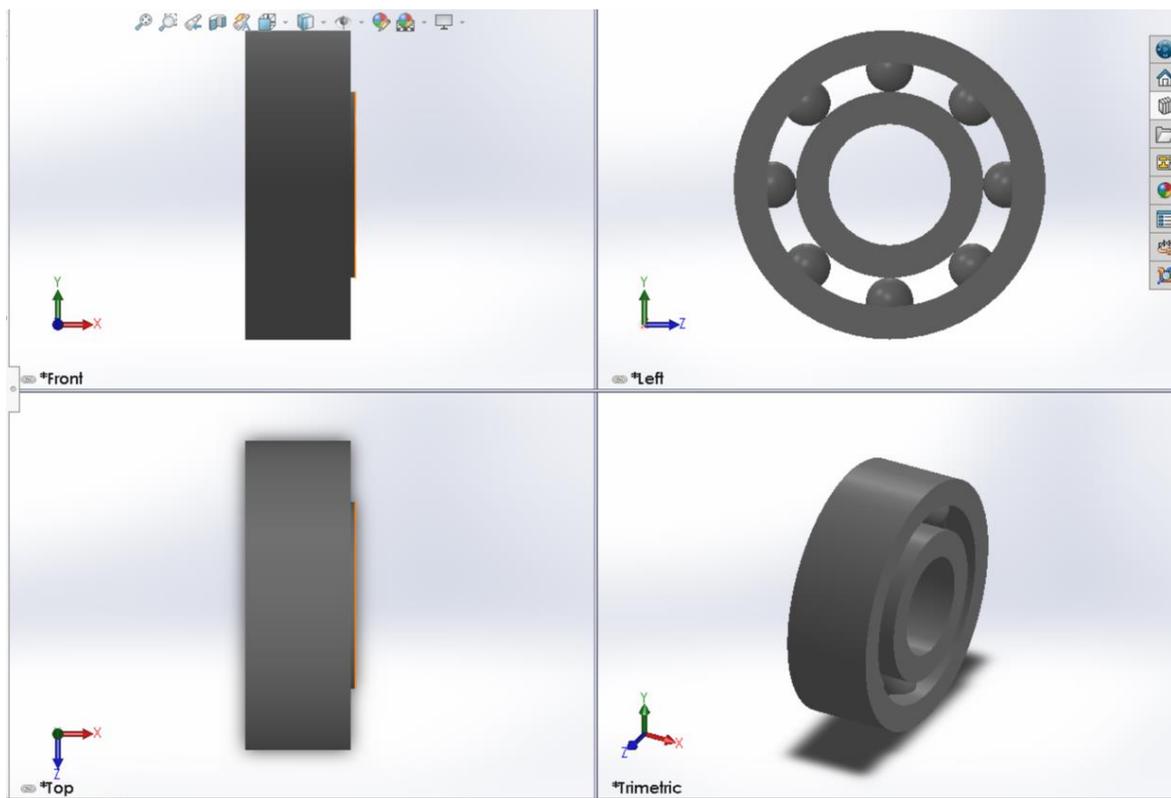
#### Эксперимент және талқылау

Зерттеу барысында мойынтірекке әртүрлі жүктемелер түсіріліп, олардың әсерінен пайда болған кернеу мен орын ауыстыру мәндері есептелді.

SolidWorks ортасында мойынтірек моделін құру бірнеше кезеңнен тұрады:

Геометриялық параметрлерді енгізу – ішкі және сыртқы сақиналардың диаметрі, ені, шариктердің өлшемі және саны анықталады.

Модельді құрастыру (Assembly) – жеке бөлшектерді жинақтау арқылы толық мойынтірек моделі жасалады (сурет 1).

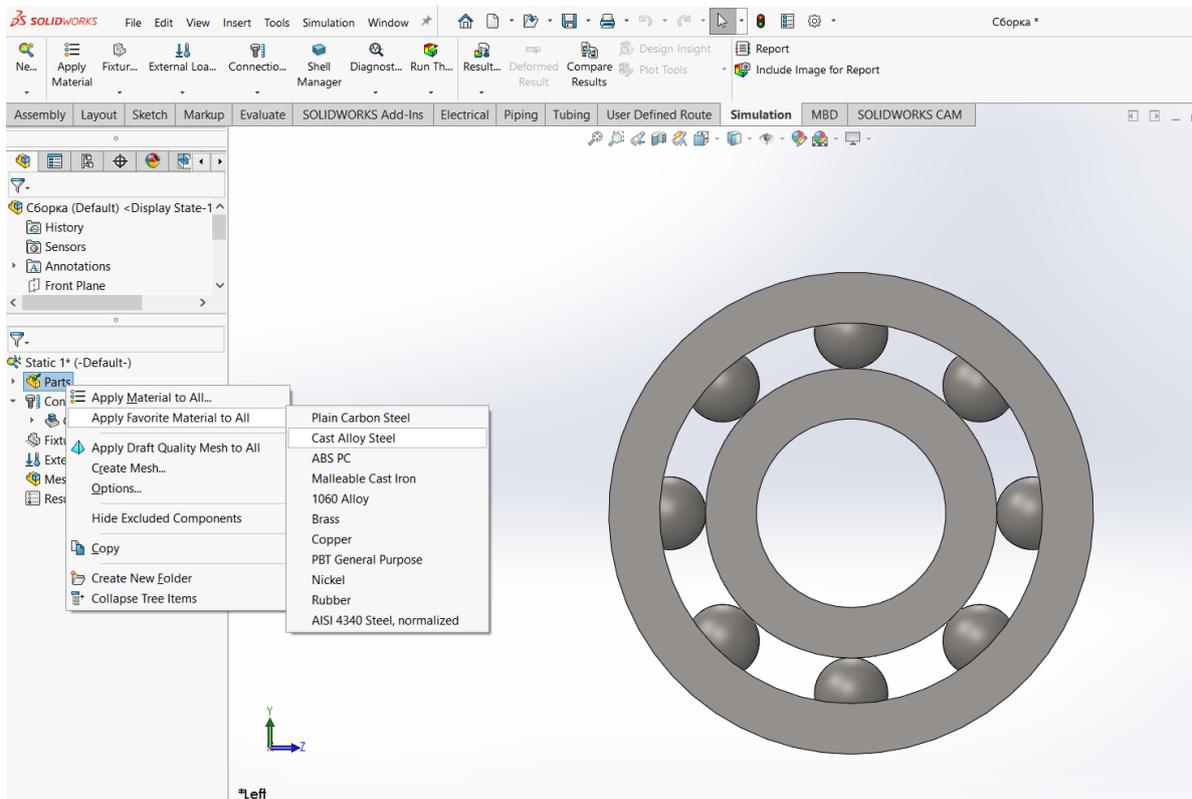


Сурет 1 - 3D модель

Инженерлік талдау (Simulation) – жүктемелерді, айналу жылдамдығын және деформацияны модельдеу арқылы мойынтіректің сенімділігі бағаланады [1].

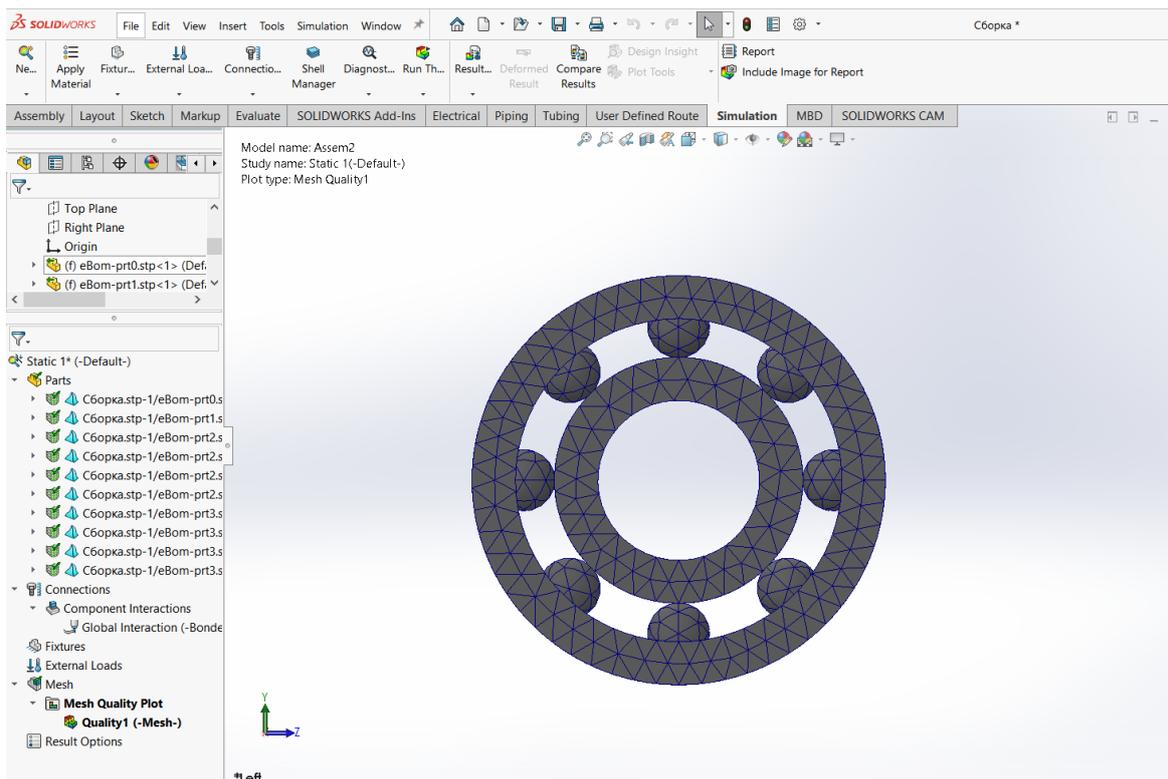
SolidWorks бағдарламасының "Simulation" модулі көмегімен мойынтіректің жұмыс шарттарындағы жүктемеге қарсы тұру қабілеті талданады. Бұл кезеңде контактілі кернеулер, шариктердің ішкі сақинаға әсері және үйкеліс күші есепке алынады.

Материалды таңдау – болат, қола немесе арнайы қорытпалар мойынтіректің жұмыс шарттарына байланысты таңдалады. Мойынтірек бөлшегіне - Легірленген болат матриалын таңдап аламыз (сурет 2).



Сурет 2 - Мойынтірек бөлшегінің материалы

Материал таңдалынып алынған соң, статикалық жүктемелерді бекіту үшін бөлшекті сеткамен ораймыз (сурет 3).



Сурет 3 - Мойынтірек бөлшегін сеткамен орау

### Қорытынды

Статикалық талдау нәтижелері көрсеткендей, мойынтіректің негізгі жүктеме түсетін аймақтарында кернеу концентрациясы байқалды.

Динамикалық жағдайдағы модельдеу мойынтіректің айналу кезінде тұрақтылығын қамтамасыз ететіндігін көрсетті.

Алынған нәтижелер нақты өндірістік көрсеткіштермен салыстырылғанда, SolidWorks бағдарламасындағы модельдеу деректерінің сенімділігі жоғары екендігі анықталды.

Бұл тәжірибе мойынтірек жобалаудың бастапқы кезеңінде компьютерлік зерттеулерді қолдану арқылы өндірістік шығынды азайтуға және бөлшек сапасын арттыруға болатынын дәлелдеді.

Жүргізілген зерттеу нәтижесінде SolidWorks бағдарламасы мойынтірек бөлшектерін жобалауда тиімді құрал екендігі дәлелденді. Бағдарлама арқылы геометриялық параметрлерді оңай өзгертуге, материалды таңдауға және бөлшектің жүктеме астындағы жұмыс қабілетін тексеруге болады. Бұл әдіс инженерлік жобалау сапасын арттырып қана қоймай, өндірістік процесті оңтайландыруға септігін тигізеді.

### Әдебиеттер тізімі

1. Мырзалиев Д.С., Сейдуллаева О.Б., Мусабеков Т.Н., Пердеев Н.Ж. «Исследовательская роль программ САЕ в сквозных технологиях CAD/CAE/CAM», Международная научно-практическая конференция «Ауэзовские чтения–21: Новый Казахстан – будущее страны» посвященная 80 - летию Южно-Казахстанского университета им.М.Ауэзова, - Шымкент: ЮКУ им. М.Ауэзова, апрель 2023, Т. 7. С 299-304.
2. Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособие для учреждений сред. проф. образования / В.В.Ермолаев. — 2-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2014. — 320 с.

3. Д.С.Мырзалиев, О.Б.Сейдуллаева, З.А. Ибрагимова «Беттік нығайтылған бөлшектердің тозуы кезінде беріктігін бағалау әдістемесі», Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы, ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы, 2 (147)/ 2024.Б. 154-168.
4. Мырзалиев Д.С., Сейдуллаева О.Б., Әбдімәлік Е.С., «Разработка методов повышения ресурса деталей машин на основе механической обработки», Труды международной научно-практической конференции «Ауэзовские чтения-20: наследие Мухтара Ауэзова – достояние нации» посвященная 125 летию М.Ауэзова. Т 7-1. – Шымкент: ЮКУ им. М. Ауэзова, апрель 2022. С.46-49.
5. Семиглазов, Вадим Анатольевич 3D Технологии: Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе / Семиглазов В.А. – Томск: гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2023. – 75 с.
6. Мырзалиев Д.С., Сейдуллаева О.Б., Усеров А.Б., Калыбайұлы О., Инновационные методы лазерной обработки и их влияние на долговечность деталей. Труды международной конференции «Новые инновационные решения в создании транспортных средств и сельскохозяйственных машин и повышении их использования», Бухара: Бухарский государственный технический университет, 2025г. С. 594-597.
7. Мырзалиев Д.С., Сейдуллаева О.Б., Жумалиев Б.Б. «3D модельдеу - 3D басып шығару қондырғысы заманауи техниканың болашағы», «QAZAQTANÝ» республикалық ғылыми журнал 2022, 4 (16) 12 С 200-209.

#### References

1. Myrzaliev D.S., Sejdullaeva O.B., Musabekov T.N., Perdeev N.Zh. «Issledovatel'skaja rol' programm SAE v skvoznyh tehnologijah CAD/CAE/CAM», Mezhdunarodnaja nauchno-praktičeskaja konferencija «Aujezovskie chtenija–21: Novyj Kazahstan – budushhee strany» posvjashhennaja 80 - letiju Juzhno-Kazahstanskogo universiteta im.M.Aujezova, - Shymkent: JuKU im. M.Aujezova, aprel' 2023, T. 7. S 299-304.
2. Ermolaev V.V. Tehnologičeskaja osnastka. Laboratorno-praktičeskie raboty i kursovoe proektirovanie: ucheb. posobie dlja uchrezhdenij sred. prof. obrazovanija / V.V.Ermolaev. — 2-e izd., ster. — M. : Izdatel'skij centr «Akademija», 2014. — 320 s.
3. D.S.Myrzaliev, O.B.Sejdullaeva, Z.A. Ibragimova «Bettik nyfajtylған бөлшектердің тозуы кезінде беріктігін бағалау әдістемесі», Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы, ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы, 2 (147)/ 2024.Б. 154-168.
4. Myrzaliev D.S., Sejdullaeva O.B., Әбдімәлік Е.С., «Razrabotka metodov povyshenija resursa detalej mashin na osnove mehanicheskoy obrabotki», Trudy mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoy konferencii «Aujezovskie chtenija-20: nasledie Muhtara Aujezova – dostojanie nacii» posvjashhennaja 125 letiju M.Aujezova. T 7-1. – Shymkent: JuKU im. M. Aujezova, aprel' 2022. S.46-49.
5. Semiglazov, Vadim Anatol'evich 3D Tehnologii: Uchebno-metodicheskoe posobie po praktičeskoy i samostojatel'noj rabote / Semiglazov V.A. – Tomsk: gos. un-t sistem upr. i radioelektroniki, 2023. – 75 s.
6. Myrzaliev D.S., Sejdullaeva O.B., Userov A.B., Kalybajyly O., Innovacionnye metody lazernoj obrabotki i ih vlijanie na dolgovechnost' detalej. Trudy mezhdunarodnoj konferencii «Novye innovacionnye reshenija v sozdanii transportnyh sredstv i sel'skohozjajstvennyh mashin i povyshenii ih ispol'zovanija», Buhara: Buharskij gosudarstvennyj tehničeskij universitet, 2025g. S. 594-597.
7. Myrzaliev D.S., Sejdullaeva O.B., Zhumaliev B.B. «3D model'deu - 3D basyp shyғaru қондырғысы заманауи техниканың болашағы», «QAZAQTANÝ» республикалық ғылыми журнал 2022, 4 (16) 12 С 200-209.

**Мырзалиев Д.С., А.Б. Усеров\*, Д.А. Абзалова, К.К. Бернадин, Н.Н. Габдулов**  
к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
докторант, Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
магистр, Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
магистр, Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: orynkul\_s@mail.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ 3D-МОДЕЛИ ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКА С ПОМОЩЬЮ SOLIDWORKS

### Аннотация

В данной статье разработана трехмерная (3D) модель детали подшипника на основе программного комплекса SolidWorks и рассмотрены методы проведения исследований по ней. Подшипник-деталь машины, обеспечивающая взаимное соприкосновение деталей, осуществляющих вращательное или линейное движение, снижающая трение и принимающая нагрузку. Он обеспечивает правильную работу валов или других движущихся механизмов. Сначала была определена геометрическая форма, основные размеры и конструктивные особенности детали, составлена виртуальная модель в соответствии с реальными параметрами. В ходе моделирования использовались средства компьютерного инженерного анализа, изучалось поведение детали в условиях ее функционирования. Особенно оценивались распределение напряжения и деформации при нагрузке, надежность подшипника и его долговременная работоспособность. Полученные результаты сравнивали с теоретическими прогнозами и демонстрировали преимущества и ограничения модели. Исследовательская работа может доказать эффективность применения количественных методов в инженерном проектировании и послужить основой для совершенствования конкретных производственных процессов в будущем.

**Ключевые слова:** SolidWorks, подшипник, 3D-моделирование, компьютерные исследования, инженерный анализ, нагрузка.

**D.S. Myrzaliev, A.B. Userov\*, D.A. Abzalova, K.K. Bernadin, N.N. Gabdulov**

Cand.Tech.Sci., Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Doctoral Student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Cand.Tech.Sci., Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Master's Student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Master's Student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

\*Corresponding author's email: orynkul\_s@mail.ru

## STUDY OF A 3D MODEL OF A BEARING PART USING SOLIDWORKS

### Abstract

This article develops a three-dimensional (3D) model of a bearing part based on the SolidWorks software package and discusses research methods on it. A bearing is a machine part that ensures the mutual contact of parts engaged in rotational or linear motion, reduces friction and accepts the load. It ensures proper operation of shafts or other moving mechanisms. First, the geometric shape, the main dimensions and design features of the part were determined, and a virtual model was compiled in accordance with the real parameters. During the simulation, computer engineering analysis tools were used, and the behavior of the part in the conditions of its operation was studied. The stress and strain distribution under load, the reliability of the bearing and its long-term operability were especially evaluated. The results were compared with theoretical predictions and demonstrated the advantages and limitations of the model. The research work can prove the effectiveness of applying quantitative methods in engineering design and serve as a basis for improving specific production processes in the future.

**Keywords:** SolidWorks, bearing, 3D modeling, computer research, engineering analysis, load.