

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 3 (2021)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано
Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/EZKZ4794>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,344

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

***А. К. Шеров¹, М. Т. Усербаев², Б. Мырзахмет³,
К. И. Имашева⁴, Б. К. Смайлова⁵**

^{1,2,3}Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,
Республика Казахстан, г. Нур-Султан;

^{4,5}Карагандинский технический университет,
Республика Казахстан, г. Караганда

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УПРУГОГО РАЗДВИЖНОГО ЭЛЕМЕНТА НАСОСА ШЕСТЕРЕННОГО С ДВУХОСНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ

Известно, что сельскохозяйственные машины работают в самых тяжелых, жестких и неблагоприятных условиях эксплуатации, которые характеризуются: широким диапазоном климатических факторов, большой запыленностью воздуха и большим количеством абразива в почве, большой динамической нагрузкой на агрегаты вследствие больших и нестабильных сопротивлений почвы и случайного характера нагружения. Следствием воздействия этих факторов является резкое увеличение износов деталей гидравлических устройств, агрегатов и узлов сельскохозяйственных машин, возрастание потока поломок и отказов, повышение расхода топлива. В этих сложных условиях повышение работоспособности сельскохозяйственных машин и эффективное их использование возможно только с помощью совершенствования конструкции и технологии изготовления гидравлических устройств, агрегатов и узлов. Авторами разработана конструкция насосов шестеренных с двухосным соединением. С целью повышения производительности насосов шестеренных с двухосным соединением разработана новая конструкция опорных втулок и предложена новый упругий раздвижной элемент. В данной статье приводятся результаты исследования деформированного состояния упругого раздвижного элемента насоса шестеренного с двухосным соединением с помощью программы «ПС ЛИРА». Исследование выполнено в рамках грантового проекта АР09562459 «Создание опытного образца насоса шестеренного для сельскохозяйственных машин на основе двухосного соединения».

Ключевые слова: деформация, насос шестеренный, двухосное соединение, производительность, упругий раздвижной элемент, продольная сила, поперечная сила.

Введение

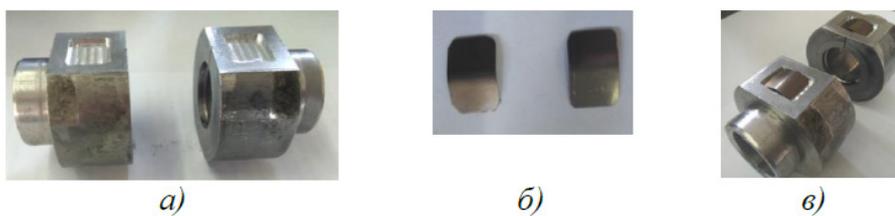
В осуществлении задач, поставленных в программе «Казахстан-2050» в деле дальнейшего развития производительных сил страны, повышения производительности и квалификации труда, выдающаяся роль принадлежит машиностроению. Применение гидравлических машин получило широкое

распространение во всех отраслях машиностроения. Год за годом увеличивается число разновидностей гидравлических машин. По истечении времени, стало совершенно очевидно, что устаревшая отечественная база комплектующих изделий уже не пригодна для создания современных гидрофицированных машин, а выход на мировой рынок невозможен без применения новых технологий. Перед машиностроителями стоит задача повышения степени автоматизации не только рабочих процессов в машинах, но и процессов производства самих машин. Совершенствование и автоматизация машин, технологического оборудования, механизмов и агрегатов сопровождается непрерывным уведомлением степени использования в них гидравлических устройств [1, 2]. Основными узлами каждой объемной гидропередачи являются насос, контрольно-регулирующая аппаратура, аппаратура управления и силовые исполнительные агрегаты. По сравнению с другими узлами в надежности и долговечности работы гидросистемы надежность и долговечность работы насоса имеет решающее значение. В различных отраслях машиностроения наряду с другими типами гидравлических насосов широко применяются шестеренные насосы (НШ). В значительной мере этому способствует эксплуатационная надежность НШ, невысокая требовательность в отношении ухода за ними, простота реверсирования, компактность, малый вес и небольшая стоимость, что выгодно отличает их от других типов объемных гидронасосов [1,2,3]. Однако в ряде случаев дальнейшее расширение области использования НШ встречает серьезные затруднения. Не найдены еще достаточно удовлетворительные конструктивные решения, отвечающие конкретным требованиям и условиям эксплуатации в приводах сельскохозяйственных машин. Сельскохозяйственные машины работают в самых тяжелых, жестких и неблагоприятных условиях эксплуатации, которые характеризуются [4,5,6]: широким диапазоном климатических факторов: температура воздуха от минус 40 до плюс 40 градусов; влажность от 54 до 81 процента; большой запыленностью воздуха (от 0,05 до 1 мг на 1 м²) и большим количеством абразива в почве; большой динамической нагрузкой на агрегаты вследствие больших и нестабильных сопротивлений почвы и случайного характера нагружения. Следствием воздействия этих факторов является резкое увеличение износов деталей гидравлических устройств, агрегатов и узлов сельскохозяйственных машин, возрастание потока поломок и отказов, повышение расхода топлива. В этих сложных условиях повышение работоспособности сельскохозяйственных машин и эффективное их использование возможно только с помощью совершенствования конструкции и технологии изготовления гидравлических устройств, агрегатов и узлов. В связи с этим исследование, направленное на повышение качества работы и производительности НШ является актуальной задачей.

Материалы и методы

Двухосное соединение состоит из двух деталей с посадочными поверхностями, у одной из которых поверхность состоит из двух цилиндров соответственно с двумя осями [7, 8]. Разработана конструкция НШ с двухосным соединением [9, 10]. В рамках выполнения грантового проекта АР09562459 «Создание опытного образца насоса шестеренного для сельскохозяйственных машин на

основе двухосного соединения» разработана новая конструкция опорных втулок. На рисунке 1 показана конструкция опорных втулок.



а – опорные втулки с выполненным пазом; б – упругие раздвижные элементы; в – опорные втулки в сборе.

Рисунок 1 – Конструкция опорных втулок

На рисунке 2 показана конструкция опорных втулок НШ в сборе с упругими раздвижными элементами.

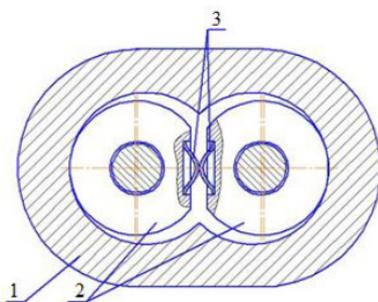


Рисунок 2 – Конструкция опорных втулок НШ в сборе с упругими раздвижными элементами

Результаты и обсуждение

Для определения влияния сил действующих на опорные втулки необходимо исследовать деформированное состояние упругих раздвижных элементов и уровень деформации в зависимости от их геометрических параметров. На рисунке 3 показана схема действующих сил на опорные втулки при установке упругих раздвижных элементов.

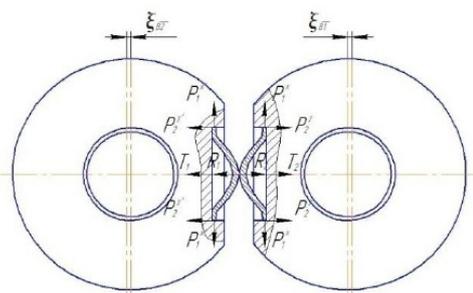


Рисунок 3 – Схема действующих сил на опорные втулки при установке упругих раздвижных элементов

Для выполнения расчета сил необходимо определить уравнение параболы профиля упругого раздвижного элемента

$$y = ax^2 + bx + c$$

1) $x = 0$; $y_A = 0$.

2) $x = \frac{l}{2} = 8,5\text{мм}$; $y = f = 0,3\text{мм}$.

3) $c = 0$.

Уравнение будет в виде системы:

$$0,4 = a * (8.5)^2 + b * 8,5$$

$$0 = a * (17)^2 + b * 17$$

Определяем силы реакции действующих на один упругий раздвижной элемент. На рисунке 4 показана схема действующих сил реакции на один упругий раздвижной элемент.

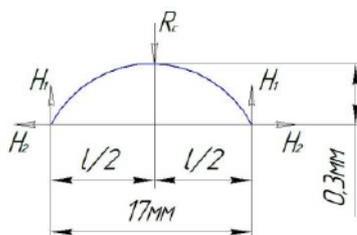


Рисунок 4 – Схема действующих сил реакции на один упругий раздвижной элемент

Согласно полученной системы уравнения с использованием программы «ПС ЛИРА» проводим расчеты и определяем деформацию в зависимости от силы, профиля и свойства упругих раздвижных элементов. На рисунке 5 показана модель профиля упругого раздвижного элемента разработанная в программе «ПС ЛИРА».



Рисунок 5 – Модель профиля упругого раздвижного элемента разработанная в программе «ПС ЛИРА»

На рисунке 6 показана деформация возникающая при подаче усилий.

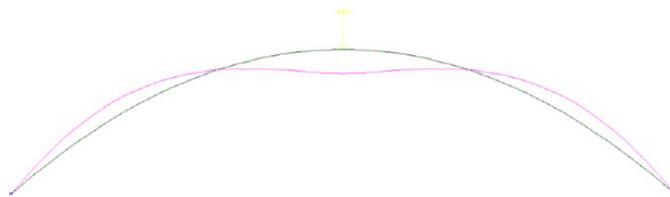


Рисунок 6 – Деформация возникающая при подаче усилий

Рассмотрим влияние силы сдвига возникающей при сборке между упругими раздвижными элементами установленные в пазах опорных втулок непосредственно на упругие раздвижные элементы и на объем деформации. На рисунке 7 показан объем продольной силы N действующая на упругие раздвижные элементы.

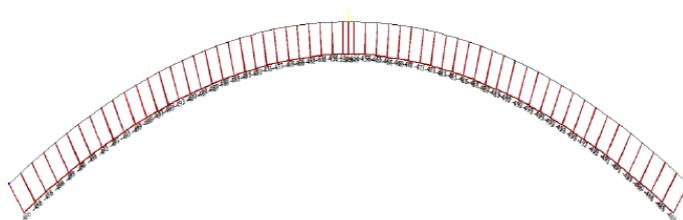


Рисунок 7 – Объем продольной силы N действующая на упругие раздвижные элементы

Выявлено, что продольная сила N действует по всей длине упругого раздвижного элемента при его деформации. Из рисунка 7 видно, что минимальная продольная сила действующая на упругий раздвижной элемент составляет $N = 493\text{Н}$. На рисунке 8 показан объем поперечной силы Q действующая на упругие раздвижные элементы.

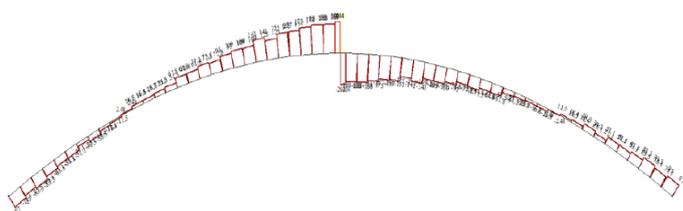


Рисунок 8 – Объем поперечной силы Q действующая на упругие раздвижные элементы

Выявлено, что в процессе деформации упругого раздвижного элемента поперечная сила Q действует по всей её длине. Из рисунка 8 видно, что минимальная поперечная сила действующая на упругий раздвижной элемент составляет $Q = 204\text{Н}$. На рисунке 9 показан момент M силы возникающий при деформации упругого раздвижного элемента.

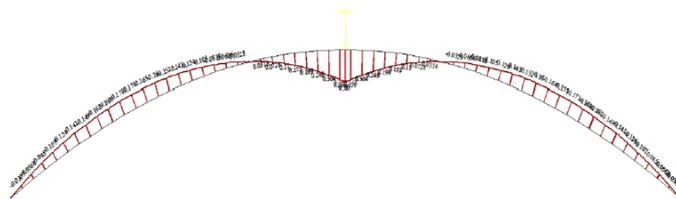


Рисунок 9 – Момент M силы возникающий при деформации упругого раздвижного элемента

Из рисунка 9 видно, что момент силы при деформации упругого раздвижного элемента распределен равномерно и минимальное значение момента составляет $0,307H*m$.

На рисунке 10 показано нагруженное состояние упругого раздвижного элемента.

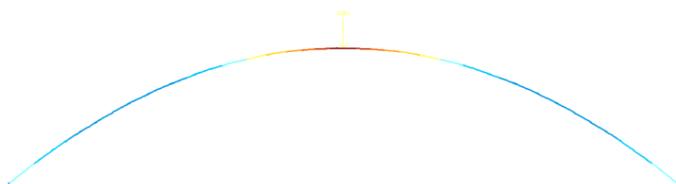


Рисунок 10 – Нагруженное состояние упругого раздвижного элемента

Из рисунка 10 видно, что самым нагруженным участком является место контакта упругих раздвижных элементов. Данный участок на рисунке 10 показан красным цветом.

В результате исследования было установлено, что упругий раздвижной элемент выдерживает свой профиль и механические свойства при деформации. Действие продольных и поперечных сил при работе упругих раздвижных элементов распространяется равномерно по контуру их профиля, что подтверждает правильность выбора их профиля и параметрических размеров. А также можно наблюдать (см. рис. 10) сохранение профиля при деформации на самом напряженном участке, данное подтверждает пригодность конструкции упругих раздвижных элементов.

Выводы

1 Результаты исследования показали работоспособность упругих раздвижных элементов в различных напряженных условиях созданных под действиями продольных N и поперечных Q сил при их различных значениях.

2 Установлено, что упругий раздвижной элемент выдерживает свой профиль и механические свойства при деформации.

3 Выявлено, что продольные и поперечные силы распространяются равномерно по контуру профиля упругих раздвижных элементов. Данное подтверждает правильность выбора их профиля и параметрических размеров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Лепешкин, А. В., Михайлин, А. А., Шейпак, А. А.** Гидравлика и гидропневмопривод : Учебник. Ч.2. Гидравлические машины и гидропневмопривод. / под ред. А. А. Шейпака. – М. : МГИУ, 2003. – 352 с.
- 2 **Башта, Т. М., Руднев, С. С., Некрасов, Б. Б. и др.** Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : Учебник для машиностроительных вузов. – 2-е изд., перераб. – М. : Машиностроение, 1982. – 423 с.
- 3 **Сырицын, Т. А.** Эксплуатация и надежность гидро- и пневмопривода. М. : Машиностроение, 1990. – 315 с.
- 4 **Лезин, П. П.** Основы надежности сельскохозяйственной техники – Саранск : Изд-во МУ, 1997. – 223 с.
- 5 **Пархоменко, В. И., Шамгунов, С. М.** Основы ремонта и эксплуатации тракторов : Учебное пособие. – Павлодар, 2008. – 130 с.
- 6 **Стесин, С. П.** Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод. – М. : Издательство «Академия», 2005. – 336 с.
- 7 **Аликулов, Д. Е.** Двухосное соединение «вал-отверстия». – Ташкент : Издательство «Молия», 2007. – 131 с.
- 8 **Шеров, А. К., Аликулов, Д. Е.** Новая технология соединения «вал-отверстие» и вывод расчетных уравнений геометрических параметров / Материалы международной научно-практической конференции «Наука и её роль в современном мире». Т. 5. – Караганда : Изд-во Болашақ-баспа, 2011. – С. 19–21.
- 9 **Шеров, А. К., Аликулов, Д. Е., Смирнов, Ю. М., Шеров, К. Т.** Насос шестеренный / Инновационный патент № 27941 РК на изобретение. 15.12.2013г. Бюл. № 12.
- 10 **Шеров, К. Т., Аликулов, Д. Е., Шеров, А. К., Смирнов, Ю. М.** Насос шестеренный с двухосным соединением / Инновационный патент № 29636 РК на изобретение. 16.03.2015г. Бюл. № 3.

REFERENCES

- 1 **Lepeshkin, A. V., Mikhaylin, A. A., Sheypak, A. A.** Gidravlika i gidropnevmooprivod : Uchebnik. P.2. Gidravlicheskiye mashiny i gidropnevmooprivod. / ed. by A. A. Sheypak. – Moscow : MGIU, 2003. – 352 p.
- 2 **Bashta, T. M., Rudnev, S. S., Nekrasov, B. B. i dr.** Gidravlika, gidromashiny i gidrooprivody : Uchebnik dlya mashinostroytel'nykh vuzov. – 2-ye izd., pererab. – Moscow : Mashinostroyeniye, 1982. – 423 p.
- 3 **Syritysyn, T. A.** Ekspluatatsiya i nadezhnost' gidro - i pnevmooprivoda. – Moscow : Mashinostroyeniye, 1990. – 315 p.
- 4 **Lezin, P. P.** Osnovy nadezhnosti sel'skokhozyaystvennoy tekhniki. – Saransk : Izd-vo MU, 1997. – 223 p.
- 6 **Stesin, S. P.** Gidravlika, gidromashiny i gidropnevmooprivod. – Moscow: Izdatel'stvo «Akademiya», 2005. – 336 p.

7 **Alikulov, D. Ye.** Dvukhosnoye soyedineniye «val-otverstiya». – Tashkent : Izdatel'stvo «Moliya». – 2007. – 131 p.

8 **Sherov, A. K., Alikulov, D. Ye.** Novaya tekhnologiya soyedineniya «val-otverstiye» i vyvod raschetnykh uravneniy geometricheskikh parametrov. In Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nauka i yeyo rol' v sovremennom mire». Vol. 5. – Karaganda : Izd-vo Bolashak-baspa, 2011. – P. 19–21.

9 **Sherov, A.K., Alikulov, D. Ye., Smirnov, Yu. M., Sherov, K. T.** Nasos shesterenny / Innovatsionnyu patent № 27941 RK na izobreteniyе. 15.12.2013 g. Byul. № 12.

10 **Sherov, K. T., Alikulov D. Ye., Sherov, A. K., Smirnov, Yu. M.** Nasos shesterenny s dvukhosnym soyedineniyem / Innovatsionnyu patent № 29636 RK na izobreteniyе. 16.03.2015 g. Byul. № 3.

Материал поступил в редакцию 20.09.21.

**А. К. Шеров¹, М. Т. Өсербаев², Б. Мырзахмет³,*

К. И. Имашева⁴, Б. Қ. Смайлова⁵

^{1,2,3}С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,

Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.;

^{4,5}Қарағанды техникалық университеті,

Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.

Материал 20.09.21 баспаға түсті.

ЕКІ ОСЬТІ ҚОСЫЛЫСҚА ИЕ ТІСТЕГЕРІШТІ СОҒЫНЫҢ СЕРПІМДІ СЫРҒЫМАЛЫ ЭЛЕМЕНТІНІҢ ДЕФОРМАЦИЯЛАНҒАН КҮЙІН ЗЕРТТЕУ

Белгілі болғандай, ауышаруашылық машиналары климаттық факторлардың кең ауқымымен, ауадағы шаңның және топырақта абразивті заттардың көп болуымен, жоғары динамикалық жүктемені сипаттайтын агрегаттар үлкен және тұрақсыз топыраққа төзімділік пен кездейсоқ тиеу әсерінен қатал және қолайсыз жұмыс жағдайында жұмыс істейді.

Бұл факторлардың әсерінің салдарынан гидравликалық қондырғылардың бөлшектерінің тозуының күрт өсуі, ауышаруашылық машиналардың агрегаттар мен түйіндерінің, бұзылулар мен ақаулар ағынының, отын шығынын ұлғаюына алып келеді. Осындай қиын жағдайда ауышаруашылық машиналарының тиімділігін арттыру және оларды тиімді пайдалану тек гидравликалық қондырғылардың, агрегаттар мен тораптардың конструкциясы мен дайындау технологиясын жетілдіру арқылы мүмкін болады.

Авторлармен екі осьті қосылысқа ие тістегерішті сорғылардың құрылымы әзірленді. Екі осьті қосылысқа ие тістегерішті сорғылардың өнімділігін арттыру үшін тірек төлкелердің жаңа конструкциясы жасалды және жаңа серпімді сырғымалы элемент ұсынылды. Бұл мақалада «ПС ЛИРА» бағдарламасының көмегімен екі осьті қосылысқа ие тістегерішті сорғылардың серпімді сырғымалы элементінің деформацияланған күйін зерттеу нәтижелері

берілген. Зерттеу AP09562459 «Ауыл шаруашылығы машиналары үшін екі осьті бірікпе негізінде тістегерішті сорғының тәжірибелік үлгісін даярлау» гранттық жобасы аясында жүргізілді.

Кілтті сөздер. Деформация, тістегерішті сорғы, екі осьті қосылыс, өнімділік, серпінді сырғымалы элемент, бойлық күш, көлденең күш.

***А. К. Sherov¹, М. Т. Ussebaev², В. Myrzakhmet³,
К. І. Imasheva⁴, В. К. Smaylova⁵**

^{1,2,3}S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University,
Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan;

^{4,5}Karaganda Technical University,
Republic of Kazakhstan, Karaganda.

Material received on 20.09.21.

STUDY OF DEFORMED STATE OF ELASTIC SLIDING ELEMENT OF A GEAR PUMP WITH TWO-SHAFT CONNECTION

It is known that agricultural machines operate in the most severe, harsh and unfavorable operating conditions, which are characterized by: a wide range of climatic factors, high dustiness of the air and a large amount of abrasive in the soil, high dynamic load on the units due to large and unstable soil resistance and random nature of loading. The consequence of the impact of these factors is a sharp increase in wear of parts of hydraulic devices, aggregates and units of agricultural machines, an increase in the flow of breakdowns and failures, an increase in fuel consumption. In these difficult conditions, increasing the efficiency of agricultural machines and their effective use is possible only by improving the design and manufacturing technology of hydraulic devices, units and assemblies. The authors have developed the design of gear pumps with a biaxial connection. In order to increase the productivity of gear pumps with a biaxial connection, a new design of support bushings has been developed and a new elastic sliding element has been proposed. This article presents the results of a study of the deformed state of an elastic sliding element of a gear pump with a biaxial connection using the «PS LIRA» program. The study was carried out within the framework of the grant project AP09562459 «Creation of a prototype gear pump for agricultural machines based on a biaxial connection».

Keywords: deformation, gear pump, biaxial connection, performance, elastic sliding element, longitudinal force, transverse force.

Теруге 20.09.21 ж. жіберілді. Басуға 27.09.21 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

6,56 Mb RAM

Шартты баспа табағы 10,58. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген З. С. Исакова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3845

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

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

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

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

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

nitk.tou.edu.kz