

проблем, а для обеспечения экономии топлива, сокращения токсичности отработавших газов, и при этом сохраняя паспортную мощность ЭУ т.е. двигателя внутреннего сгорания (ДВС) ее надежность и долговечность возможно при переоборудовании ДВС на работу по газодизельному циклу. Совершенствование систем топливоподачи ДВС мобильной техники в сельскохозяйственном производстве является актуальной задачей, а разработка и исследование ДВС, работающих по газодизельному циклу, посвящены работы многих ученых.

Широкомасштабное использование газа в качестве топлива для ДВС мобильной техники во отраслях промышленности стремительно увеличивается, а развитые страны мира начали реализовывать программы по переводу мобильной техники на компримированный природный газ. Приведены физико-химические и эксплуатационные показатели и сравнительная температура самовоспламенения жидких и газообразных топлив для ДВС, способы перевода ДВС для работы на компримированном природном газе, сущность газодизельного цикла и преимущества ЭУ работающего по этому циклу.

Предложена схема система топливоподачи ДВС, работающего по газодизельному циклу, подробно дается описание ее работы, с разработанной системой терморегулирования обеспечивающий оптимальный температурный режим жидкого и газообразного топлива, что позволит снизить расход топлива при пуске двигателя и ее рабочих режимах, а также снизить суммарные выбросы токсичных компонентов отработавших газов.

ӨОЖ 631.3:629.3.033:621.8/22.765
ҒТАХР 63.85.83;55.03.33

DOI 10.52578/2305-9397-2024-1-2-208-219

Бралиев М. Қ., ЖАК доценті, негізгі автор, <https://orcid.org/0000-0002-8755-0480>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, braliyevm@mail.ru

Давлетьяров А.Ш., т.ғ.к, <https://orcid.org/0000-0002-0663-2899>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, davlbek52@gmail.com

Сарбалина Б. Д., агроинженерия магистрі, аспирант, <https://orcid.org/0000-0003-3762-8873>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, rumasa79@mail.ru

Braliev M.K., Associate Professor of the Higher Attestation Commission, **the main author,** <https://orcid.org/0000-0002-8755-0480>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st.Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, braliyevm@mail.ru

Davletyarov A.Sh., candidate of engineering sciences, <https://orcid.org/0000-0002-0663-2899>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st.Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, davlbek52@gmail.com

Sarbalina B. D., Postgraduate student, Master of Agricultural Engineering, <https://orcid.org/0000-0003-3762-8873>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, rumasa79@mail.ru

**ҮЙКЕЛІС АЙМАҒЫНА ИЛІМДІ МАЙДЫ БЕРЕТІН ҚОНДЫРҒЫНЫҢ
КОНСТРУКТИВТІК ПАРАМЕТРЛЕРІН НЕГІЗДЕУ
THE DESIGN PARAMETERS OF THE DEVICE FOR SUPPLYING FLEXIBLE OIL TO
THE FRICTION ZONE ARE BASED**

Аннотация

Ауыл шаруашылық техникасының түйіндерінің жұмыс қорын анықтайтын, пайдалану ұзақтығын шектейтін бөлшектерінің бірі болып домалау мойынтіректері саналады. Жүріс жүйесінің бір мойынтірегінің тоқырауы, басқа элементтерінің асыра жүктелуіне, мезгілсіз жөндеуге, техниканың тұруына және едәуір экономикалық шығындарға әкеледі.

Шынжыр табанды қозғалтқыштардың тірейтін аунақтарының домалау мойынтіректерінің сенімділігін жоғарлату жолында заманауи көп компонентті иілімді майлау материалдарын қолдану мен майлау жүйесін жетілдірудің ролі зор.

Иілімді қалпына келтіретін майларды қолданғанда домалау мойынтіректерінің тозған беттерінің қалпына келтіруі металдың таңдамалы көшуінен орын алады (металды плакирлеу).

Заманауи иілімді майлау материалдары компаундтау арқылы алынады, сұйық майларға (негіз) май мен қосымның қаңқасын құратын, домалау мойынтіректерінің элементтерінің тозықтарын қалпына келтіруге арнайы қоюландырғыштар – маймен ерітілетін беткі –әрекетті заттар мен май құрамының иілімділігі мен беріктігін қамтамсыз ететін түрөзгерткіштер қосылады.

Шынжыр табанды тракторлардың тірек аунақтарының мойынтірек түйіндерінің қорын жоғарлату сонымен қатар майлау жүйесін жетілдіру арқылы да орындауға болады, яғни айналмалы майлау режимін майды мойынтіректің үйкеліс аймағына жеткізуге иірлікті-бұрандалы құрылғыны қолдану арқылы ұйымдастырылады. Аталған құрылғы тірек аунақтарына салынған иілімді майдың көлемін тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Мойынтіректің және оның түйінінің иілімді маймен толтырылу деңгейі майдың мойынтіректегі қасиетіне, температуралық режиміне әсер етіп (салқындату арқылы), жұмыс қорын жоғарлатады.

Бұл мақалада майды домалау мойынтірегінің үйкеліс аймағына беруге ұсынылған иірлікті-бұрандалы қондырғының құрылымдық параметрлерін теориялық тұрғыдан негіздеу қаралған.

ANNOTATION

Rolling bearings are considered to be one of the parts that determine the operational reserve of nodes of agricultural machinery and limit the duration of their use. Stalling of one bearing of the driving system leads to overloading of other elements, untimely repair, maintenance of equipment and significant economic costs.

The use of modern multi-component flexible lubricants and the improvement of the lubrication system play an important role in improving the reliability of the rolling bearings of the support rollers of crawler motors.

The restoration of the worn surfaces of the rolling bearings with the use of anti-slip oils takes place from the selective edge of the metal (metal plating) Modern flexible lubricants are obtained by compounding, liquid oils (base) are added to liquid oils (base) that form the skeleton of oil and additives, special thickeners for restoring wear of rolling bearing elements - oil-soluble surface-active substances and modifiers that provide flexibility and strength of the oil composition.

Increasing the stock of the bearing nodes of the support rollers of tracked tractors can also be done by improving the lubrication system, that is, the rotary lubrication mode is organized by using a screw-screw device to deliver oil to the friction zone of the bearing. This device allows efficient use of the amount of flexible oil placed on the support rollers. The level of filling of the bearing and its joint with flexible oil affects the properties of the oil in the bearing, the temperature regime of the bearing (through cooling), and increases the working reserve.

This article considers the theoretical justification of the structural parameters of the auger-screw unit proposed to transfer oil to the friction zone of the rolling bearing.

Түйін сөздер: *иілімді майлар, подшипник, құрылғы, модификактор, присадка, қоюландырғыш*

Key words: *flexible oils, bearing, device, modifier, additive, thickener*

Кіріспе. Тірек аунақтарда иілімді қалпына келтіретін майларды қолдану қуат шығындарын төмендетіп, мойынтіректің жинақ бірліктері мен толық шынжыр табан қозғалтқыштарының жұмыс қабілеттілігін жоғарлатады. Майлау материалы кез келген

трибологиялық жүйенің аса маңызды элементі болып саналады. Оның қасиетіне түйін бірікпелерінің үйкеліс және тозу үрдістері тікелей байланысты. Осыған орай ауыл шаруашылық техникасының домалау мойынтіректерінің сенімділігін жоғарлату жолында майлау жүйесін жетілдіру мен жаңа майлау материалдарын дайындаудың маңыздылығы зор. Құрамында жоғары тозуға төзімділік, антифрикциялық қасиеттерімен қатар тозған мойынтіректерді қалпына келтіруге ықпалын тигізетін және май құрамының беріктігі мен иілімділігін қамтамасыз ететін қоюландырғыштар, қосымдар мен түрөзгерткіштері бар майлар ерекше маңызды.

Шынжыр табанды тракторлардың тірек аунақтарының мойынтіректерінің қорын жоғарлату циркуляциялық майлау режимін ұйымдастыру арқылы іске асырылады. Түйіннің ішіндегі циркуляциялық майлау майдың жаңаруына байланысты тозықты төмендетуге ықпал жасап үйкеліс аймағында май температурасын жұмыс істеп қызған майды сығып сұйыққоймадан суыған майға ауыстыру арқылы төмендетеді.

Ұсынылып отырған подшипниктердің жұмыс аймағына майды беруге арналған иірлікті-бұрандалы құрылғы шынжыр табанды тракторлардың тірек аунақтарына салынған май көлемін тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Осы мақалада иірлікті-бұрандалы құрылғының құрылымдық параметрлері домалау мойынтіректерінің үйкеліс аумағына майды тіке және кері беру өнімділіктерін анықтау арқылы негізделеді.

Зерттеу тәсілдері мен материалдары. Зерттеулерді жүргізуге төменгі таба тәрізді үлгі ретінде 7906М ГОСТ520-89 типті конусты мойынтіректің сыртқы жүзіктері, жоғарғы үлгі ретінде – ШХ15ГОСТ801-78 мойынтіректің болатынан жасалған диаметрі 8 мм мойынтірек аунақшалары қолданылды.

Тиісу аймағына майлау материалы «Метал Плюс» (ТУ 4366.101.1127.03-2011) майын таба тәрізді үлгіге оны кюветке малу кезінде «жағу» арқылы беріледі.

Иілімді қалпына келтіретін майларды қолданудың қалпына келтіру әсерін бағалау үшін зерттеулер 1К62 токарлық-винт станогінің көмегімен дайындалған арнайы құрылғымен жүргізілді.

Иілімді қалпына келтіретін майлардың қалпына келтіру әсерін анықтау мақсатымен майлауға дейін және майлаудан кейін ең үлкен саңылауларды өлшеп және олардың айырмашылықтарын бағалау жүргізілді.

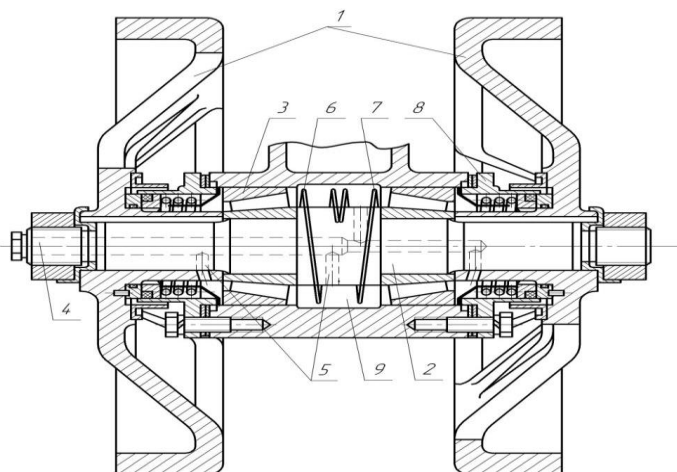
Зерттеулер қорытындылары.

Шынжыр табанды қозғалтқыштардың тірек аунақтарының домалау мойынтіректерінің сенімділігін жоғарлату жолында заманауи көп компонентті иілімді майлау материалдарын қолдану мен майлау жүйесін жетілдірудің ролі зор [1, 286.; 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Иілімді қалпына келтіретін майларды қолданғанда домалау мойынтіректерінің тозған беттерінің қалпына келтіруі металдың көшуі әсерінен болады (металды плакирлеу).

Заманауи иілімді майлау материалдары компаундтау арқылы алынады, сұйық майларға (негіз) май мен қосымның қаңқасын құратын, домалау мойынтіректерінің элементтерінің тозықтарын қалпына келтіруге арнайы қоюландырғыштар – маймен ерітілетін беткі –әрекетті заттар мен май құрамының иілімділігі мен беріктігін қамтамсыз ететін түрөзгерткіштер қосылады. Майлау материалы ауыл шаруашылық техникасының кез келген трибологиялық жүйесінің аса маңызды элементі екені белгілі [10, 126.; 11, 12, 13, 14, 15].

Шынжыр табанды тракторлардың тірек аунақтарының мойынтірек түйіндерінің қорын жоғарлату [16, 226.; 17,18, 19]сонымен қатар майлау жүйесін жетілдіру арқылы да орындауға болады, яғни айналмалы майлау режимін майды мойынтіректің үйкеліс аймағына жеткізуге иірлікті-бұрандалы құрылғыны қолдану арқылы ұйымдастырылады (1-сурет).



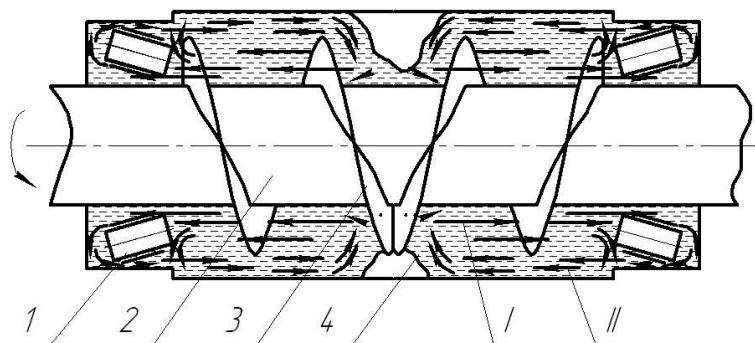
Сурет 1 – Циркуляциялық майлау режимін қамтамасыз етуге ұсынылатын иірлікті-бұрандалы құрылғы: 1 – тірек ауағының құрсауы; 2 – аунақ өсі; 3 – мойынтірек; 4 – өстік канал, 5 – радиалдық канал; 6,7 – иірліктің сол және оң орамдары; 8 – бүйірлік тығыздатқыш, 9 – иілімді майға арналған сұйыққойма

Түйіннің ишінде майдың циркуляциясы оың жаңарып тұруына байланысты тозықтың азайуына, үйкеліс аймағында жұмыс кезінде қызған майдың сығылап сұйыққоймада суыған майға ауыстырылуына байланысты температурасының төмендеуіне ықпалын тигізеді. Иілімді қалпына келтіретін майды иірлікті-бұрандалы құрылғымен қоса қолдану үйкеліс түйінінің қоршаған ортадан қорғалу деңгейінің жоғарлауына байланысты абразивтік тозудың қарқынын төмендетуге ықпал жасайды. Үйкеліс түйініне салынған май композициясының толық көлемін пайдалану майды пайдалану мерзімін ұзартып, осыған байланысты аунақтарды техникалық күтулер аралық мерзімдерін ұзартуға мүмкіндік туғызады.

Құрылғы сол және оң жақ өстің орта бөлігінен тірек аунақтарының мойынтіректеріне қарай бағытталған орамдары бар иірліктен тұрады.

Жұмыс үрдісі келесіше орындалады (1-сурет) Трактордың жүріс кезінде тірек аунақтар 1 айналу қозғалысын алады. Аунақ өсі 2 айналып иірліктің бұрандалы беттерімен 6 мен 7 майға әсер етіп сұйыққойманың 9 ортасынан домалау мойынтіректеріне 3 қарай жылжытады. Мойынтіректерден өткен иілімді май бүйірлі тығыздатқыштың тұрқасына 8 түседі. Туындайтын қысымның әсерінен майдың еленбейтіндей аз бөлігі 4, 5 каналдар арқылы иірліктің 6,7 орамдарының арасынан сығылады, қалған артық майдың бөлігі сұйыққойманың 9 ішкі бетімен иірліктің орамдарының арасынан қайта ортаға қарай сығылады. Циркуляция үрдісі трактордың жүріс кезінде үзіліссіз жалғасады.

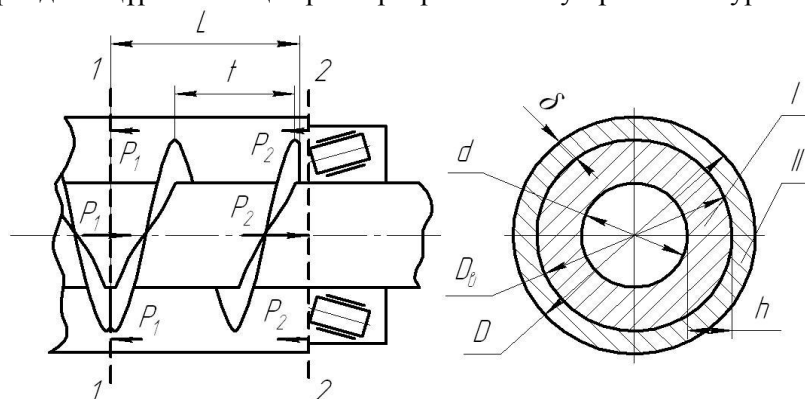
Тірек аунақтарының мойынтіректеріне майды циркуляциялық берілуін қамтамасыз ететін иірлікті-бұрандалы құрылғы аунақ өсінде орнатылған екі бөліктен құралады (2-сурет). Майдың екі ағымды циркуляциясы өстік бағытта орындалады (2 және 3-суреттер):



Сурет 2 – Май циркуляциясының сұлбасы: 1 – аунақшалы мойынтірек; 2 – тірек ауағының өсі; 3 – бұрандалы бет; 4 – иілімді қалпына келтіретін май; I – майдың тіке ағымы; II – майдың кері ағымы

I – тіке ағым майға бұрандалы беттің тікелей әсер ету нәтижесінде пайда болып және оның өстік жылжуының қорытындысы болады (2-сурет).

II – кері ағым мойынтіректің аумағынан сығылып бұрандалы бетпен тұрқаның арасындағы саңылау бойымен қысым айырмашылығы арқылы түйіннің ортасына қарай жылжитын май ағымы. Есепті бір бұрандалы бетке жүргізуге болады, себебі сол және оң жақтары бірдей құрылымдық параметрлеріне ие болып бірдей жұмыс жағдайында болады. Иірлікті- бұрандалы құрылғының параметрлерін есептеу сұлбасы 3-суретте келтірілген.



Сурет 3 – Иірлікті- бұрандалы құрылғының параметрлерін есептеу сұлбасы: I – тіке ағымның аймағы; II – кері ағымның аймағы.

Иірлікті-бұрандалы құрылғының осы сұлба бойынша жұмысында тіке (Q1) және кері (Q2) берілістердің өнімділіктерінің тең болу шарты орындалуы қажет.

Иірлікті-бұрандалы құрылғының тіке берілісінің өнімділігі Q1 (м³/с) келесі өрнектен анықталады [20, 206.; 21,]:

$$Q_1 = S_1 v_1, \quad (1)$$

мұнда S1 – бұранданың әрекетті кескінінің ауданы, м²;

v1 – тіке беріліс аймағында майдың жылжу шапшаңдығы, м/с.

Бұранданың әрекетті кескінінің ауданы:

Осыдан:

$$d = D_g - 2h \quad (2)$$

Майдың жылжу шапшаңдығы аунақтың айналу жиілігіне байланысты:

$$v_1 = k \cdot t \cdot n, \quad (3)$$

мұнда kv – шапшаңдық коэффициенті (kv=0,6...0,9 [10], жәй айналысты иірліктерге kv=0,6);

t – бұрандалы беттің қадамы шаг, м;

n – аунақ өсінің айналу жиілігі, с⁻¹.

Өс тірек аунағының құрсауы мен бірдей жиілікпен айналатын болғандықтан, майдың жылжу шапшаңдығы мен оған тәуелді өнімділік трактордың жүріс шапшаңдығына тікелей байланысты болады. Аунақ құрсауының шеңберлі айналу шапшаңдығы трактор шапшаңдығына тең:

$$v_k = v_{mp} = \omega \cdot r. \quad (4)$$

2.42 теңдеуінен:

$$\omega = \frac{v_g}{r}, \quad (5)$$

мұнда vk – аунақтың шеңберлі айналу шапшаңдығы, м/с;

vmp – трактордың шапшаңдығы, м/с;

ω – аунақтың бұрыштық айналу шапшаңдығы, с⁻¹;

r – аунақ құрсауының радиусы, м.

Бұрыштық айналу шапшаңдығының (ω) құрсаудың айналу жиілігіне байланысы:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n. \quad (6)$$

6, 7 теңдеулерінен:

$$n = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \frac{v_{mp}}{2 \cdot \pi \cdot r}. \quad (7)$$

8 теңдеуін 4 формулаға қойып:

$$v_1 = \frac{k_v \cdot t \cdot v_{mp}}{2 \cdot \pi \cdot r}. \quad (8)$$

2 және 9 теңдеулерді 2.12 теңдеуіне қойып келесі теңдеуді аламыз:

$$Q_1 = \pi \cdot h(D_6 - d) \frac{k_v \cdot t \cdot v_{mp}}{2 \cdot \pi \cdot r} = \frac{k_v \cdot t \cdot v_{mp} \cdot h(D_6 - d)}{2 \cdot r}. \quad (9)$$

10 теңдеуден иірлікті-бұрандалы құрылғының өнімділігі бірінші кезекте бұранданың геометриялық параметрлері мен трактордың шапшаңдығына байланысты екені көрінеді.

Мойынтіректің аймағында L ұзындығында бұрандалы сызықпен жасалатын майдың артық гидродинамикалық қысымы (P_2) келесі теңдеумен анықталады:

$$P_2 = P_1 + \Delta P, \quad (10)$$

мұнда P_1 – бұрандалы сызықтың бастамасындағы артық қысым, $Па$;

P_2 – бұрандалы сызықтың аяғындағы артық қысым, $Па$;

ΔP – бұрандалы беттің туғызатын қысымы, $Па$.

Тірек аунақтың тұрқасының көлемі толығымен майға толтырылмайтыны белгілі. Сондықтан, тұрқаның ішінде алғашқыда тек атмосфералық қысым болады ($P_{атм}$), ал бұрандалы сызықтың бастамасындағы артық қысым P_1 нольге тең болады. P_2 қысымы майдың 1-1 кескінен (2-ші сурет) 2-2 кескініне дейін жылжығанда арын шығынына байланысты болады:

$$P_2 = \Delta P = \rho \cdot g \cdot h_{w1}, \quad (11)$$

мұнда ρ – майдың тығыздығы, $кг/м^3$;

g – еркін түсу үдеуі, $м/с^2$;

h_{w1} – тіке ағымдағығы арынның шығыны, $м$.

Арынның шығыны Дарси формуласы бойынша анықталады [3]:

$$h_{w1} = \lambda_1 \frac{L}{4R_{r1}} \frac{v_1^2}{2 \cdot g}, \quad (12)$$

мұнда λ_1 – гидравликалық үйкеліс коэффициенті;

L – бұрандалы беттің ұзындығы, $м$;

R_{r1} – тіке ағымның гидравликалық радиусы, $м$;

v_1 – майдың тіке ағымдағы жылжу шапшаңдығы $м/с$.

Гидравликалық үйкеліс коэффициенті Рейнольдс санының функциясына тең болады [1]:

$$\lambda_1 = \frac{16}{Re_1^*}, \quad (13)$$

мұнда Re_1^* – төменде келтірілген формула бойынша анықталатын келтірілген Рейнольдс саны:

$$Re_1^* = \frac{\rho}{\frac{\mu}{v_1 \cdot R_{r1}} + \frac{\tau}{2 \cdot v_1^2}} = \frac{2 \cdot \rho \cdot R_{r1} \cdot v_1^2}{2 \mu \cdot v_1 + \tau \cdot R_{r1}}, \quad (14)$$

мұнда μ – майдың динамикалық тұтқырлығы, $Па \cdot с$;

τ – майдың беріктік шегі, $Па$.

Гидравликалық радиус келесіше анықталады:

$$R_{r1} = \frac{S_1}{\chi_1}, \quad (15)$$

мұнда S_1 – ағымның кескінінің ауданы, m^2 ;

χ_1 – тіке ағымның ылғалданған периметрі, m .

Тіке ағымның ылғалданған периметрі майдың үйкеліс жүретін беттердің периметрлерінің қосындысына тең: білік периметрінің, бұрандалы бет пен иірліктің сыртқы диаметрі бойынша периметрдің:

$$\chi_1 = \chi_{вал} + \chi_{винт} + \chi_{ишек}, \quad (16)$$

мұнда $\chi_{вал}$ – біліктің ылғалданған периметрі, m ;

$\chi_{винт}$ – бұрандалы беттің ылғалданған периметрі, m ;

$\chi_{ишек}$ – иірліктің сыртқы диаметрінің ылғалданған периметрі, m .

$$\chi_{вал} = \pi \cdot d = \pi(D_6 - h); \quad (17)$$

$$\chi_{винт} = \frac{L}{t} \sqrt{t^2 + (\pi \cdot D_6)^2}; \quad (18)$$

$$\chi_{ишек} = \pi \cdot D_6; \quad (19)$$

$$\chi_1 = 2 \cdot \pi(D_6 - h) + \frac{L}{t} \sqrt{t^2 + (\pi \cdot D_6)^2}. \quad (20)$$

17, 21 және 27 формулаларын 22 және 20 қойып келесі теңдеулерге келеміз:

$$R_{r1} = \frac{\pi \cdot h(D_6 - h)}{2 \cdot \pi(D_6 - h) + \frac{L}{t} \sqrt{t^2 + (\pi \cdot D_6)^2}}; \quad (21)$$

$$\lambda_1 = \frac{16 \cdot \mu}{\rho \cdot R_{r1} \cdot v_1} + \frac{8 \cdot \tau}{\rho \cdot v_1^2} = \frac{16 \cdot \mu}{\rho \cdot v_1} \frac{2 \cdot \pi(D_6 - h) + \frac{L}{t} \sqrt{t^2 + (\pi \cdot D_6)^2}}{\pi \cdot h(D_6 - h)} + \frac{8 \cdot \tau}{\rho \cdot v_1^2}. \quad (22)$$

Арын шығындарының мәнінің (15), гидравликалық үйкеліс коэффициентінің (23), гидравликалық радиусының (22), майдың беру шапшаңдығының (9) теңдеулерін (12) теңдеуіне қойып, майдың физикалық қасиеттеріне (μ и η) сүйеніп иірлікті-бұрандалы құрылғының геометриялық өлшемдеріне байланысты (t и D_B) мойынтірек аймағындағы қысымды анықтауға болады:

$$P_2 = \frac{\mu \cdot L \cdot t \cdot v_{mp}}{\pi \cdot r} \left(\frac{2\pi(D_6 - h) + \frac{L}{t} \sqrt{t^2 + (\pi D_6)^2}}{\pi \cdot h(D_6 - h)} \right)^2 + \tau \cdot L \frac{2\pi(D_6 - h) + \frac{L}{t} \sqrt{t^2 + (\pi D_6)^2}}{\pi \cdot h(D_6 - h)}. \quad (23)$$

Май ағымының гидравликалық үзіссіздігін, бұрандалы беттің оңтайлы мөлшерлерін ескере отырып тіке берілістің өнімділігі мен кері берілісті сиғызатын саңылаудың өткізгіштік қасиетінің теңдігін анықтаймыз:

$$Q_1 = Q_2, \quad (24)$$

мұнда Q_2 – кері ағымның берілісі (мойынтіректен тұрқаның ортасына қарай), m^3/c .

Майдың теріс бағытта жылжуы мойынтірек аймағы мен (3 сурет II-II кескін) тұрқаның орта бөлігіндегі (I-I кескін) қысымның айырмашылығынан орын алады.

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho \cdot g \cdot h_{w2}, \quad (25)$$

мұнда h_{w2} – теріс ағымдағы арынның шығындары, м.

Теріс ағымдағы арынның шығындары тіке ағымдағыдай саңылаудың геометриялық мөлшерлеріне байланысты анықталады:

$$h_{w2} = \lambda_2 \frac{L}{4R_{r2}} \frac{v_2^2}{2 \cdot g}, \quad (26)$$

мұнда λ_2 – теріс ағымның гидравликалық үйкелісінің коэффициенті;

R_{r2} – теріс ағымның гидравликалық радиусы, м;

v_2 – майдың мойынтіректен тұрқа ортасына қарай ағу шапшаңдығы, м/с.

Теріс ағымның гидравликалық радиусы келесі формула бойынша анықталады:

$$R_{r2} = \frac{S_2}{\chi_2}, \quad (27)$$

мұнда χ_2 – кері ағымның ылғалдандырылған периметрі, м;

S_2 – саңылаудың көлденен кескінінің ауданы, м².

Саңылаудың көлденен кескінінің ауданы тұрқа мен бұранданың көлденен кескіндерінің айырмашылығына тең:

$$S_2 = \frac{\pi}{4} (D^2 - D_{\epsilon}^2) = \pi \cdot \delta (D_{\epsilon} + \delta), \quad (28)$$

мұнда D – тұрқаның ішкі диаметрі, м;

δ – бұранданың сыртқы бетімен тұрқаның арасындағы саңылау, м.

$$\delta = \frac{D - D_{\epsilon}}{2}. \quad (29)$$

Теріс ағымның ылғалданған периметрі екі құрамалардан жиналады:

$$\chi_2 = \chi_{\text{инек наруж}} + \chi_{\text{корпус}}, \quad (30)$$

мұнда $\chi_{\text{инек наруж}}$ – иірліктің сыртқы диаметрінің ылғалданған периметрі, м.

$\chi_{\text{корпус}}$ – тұрқаның ішкі бетінің ылғалданған периметрі м;

$$\chi_{\text{инек наруж}} = \pi \cdot D_{\epsilon}; \quad (31)$$

$$\chi_{\text{корпус}} = \pi \cdot D = \pi (D_{\epsilon} + 2\delta); \quad (32)$$

$$\chi_2 = 2\pi (D_{\epsilon} + \delta). \quad (33)$$

Онда теріс ағымның гидравликалық радиусының формуласы келесі түрге келеді:

$$R_{r2} = \frac{\delta}{2}. \quad (34)$$

Рейнольдс саны ағымның мінездемесі ретінде қаралады. Майдың теріс бағытта жылжу жағдайына Рейнольдс саны келесіше анықталады:

$$\text{Re}_2^* = \frac{\rho}{\frac{\mu}{v_2 \cdot R_{r2}} + \frac{\tau}{2v_2^2}} = \frac{2\rho \cdot v_2 \cdot R_{r2} \cdot v_2^2}{2\mu \cdot v_2 + \tau \cdot R_{r2}}. \quad (35)$$

Теріс ағымның келтірілген Рейнольдс саны оның сыни мәнінен біршама кіші ($\text{Re}_2^* = 0,0006 < \text{Re}_{\text{кр}} = 575$) болады, ол май ағымының ламинарлық мінездемесін көрсетеді. Гидравликалық үйкеліс коэффициенті келесі формула бойынша анықталады:

$$\lambda_2 = \frac{16}{\text{Re}_2^*} = \frac{32\mu}{\rho \cdot v_2 \cdot \delta} + \frac{8\tau}{\rho \cdot v_2^2}. \quad (2.36)$$

Жоғарыда келтірілген теңдеулерді (2.37) теңдеуге қойып келесі өрнекке келеміз:

$$\Delta P = P_2 = \frac{8 \cdot \mu \cdot L \cdot v_2}{\delta^2} + \frac{2 \cdot \tau \cdot L}{\delta}. \quad (2.49)$$

Майдың жылжу шапшаңдығы теріс ағымның өнімділігімен келесі теңдеумен байланысады:

$$v_2 = \frac{Q_2}{S_2}. \quad (2.50)$$

(2.50) формуласын (2.49) теңдеуге қойып, математикалық түрлендірулер жасап бұранданың геометриялық мөлшерлері мен майдың физикалық қасиеттеріне байланысты теріс ағымның өнімділігінің формуласын аламыз:

$$Q_2 = \frac{\pi \cdot \delta^2 (D_s + \delta)}{8\mu \cdot L} (\Delta P \cdot \delta - 2\tau \cdot L). \quad (2.51)$$

Иірлікті-бұрандалы құрылғының оңтайлы параметрлерін орнатқанда майдың теріс таңбалы температура жағдайларындағы қасиеттерін ескеру қажет. Майдың тұтқырлығы мен беріктік шегі температура төмендеген сайын өсіп тірек аунақтың мойынтірек түйініндегі майдың циркуляциясына кедергі жасайды

Қорытынды 1. Мақалада үйкеліс бірікпелерін иілімді қалпына келтіретін майларды, тиісу аймағында қолданып металды таңдамалы көшіру тәсілімен қалпына келтіру үрдісін іске асыру шарты теориялық негізделген.

2. Тірек аунақтарының мойынтіректерін циркуляциялық майлау режимін иілімді қалпына келтіру майын үйкеліс аймағына айдау арқылы қамтамасыз ететін құрылғының конструктивтік параметрлерін есептеу әдістемесі ұсынылған

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Григорьев, А.М. Винтовые конвейеры [Текст] / А.М. Григорьев // – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.
- 2 Моргачев, В.Л. Подъемно - транспортные машины [Текст] / В.Л. Моргачев. – М.: Машиностроение, 1964. – 344 с.
- 3 Осипов, П.Е. Гидравлика, гидравлические машины и гидропривод [Текст] / П.Е. Осипов – Уч. Пособие. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 424 с.
- 4 Фукс, И.Г. Добавки к пластичным смазкам [Текст] / И.Г. Фукс. – М.: Химия, 1972. – 248 с.
- 5 Кужаров, А.С. Свойства и применение металлоплакирующих смазок [Текст] / А.С. Кужаров, Н.Ю. Онищук. - М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1985. - 57 с.
- 6 Чичинадзе, А.В. Основы трибологии (трение, износ, смазка): учебник для технических вузов [Текст] / А.В. Чичинадзе [и др.]; под общ. ред. А.В. Чичинадзе. - 2 изд., переработ. и доп. - М.: Машиностроение, 2001. - 310 с.
- 7 Балабанов, В.И. Триботехнология в техническом сервисе машин [Текст] / Балабанов В.И. [и др.]. - М.: Изумруд, 2005. - 192 с.
- 8 Ведищев, С.М. Анализ способов повышения ресурса подшипниковых узлов [Текст] / Ведищев С.М., Григорьев Р.А. // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: сб. науч. трудов ФГБОУ ВО ТГТУ. – Тамбов. Изд-во Першина Р.В., 2017. – С.444 – 446.
- 9 Кузьмин, Б.А. Технология металлов и конструкционные материалы [Текст] / Б.А. Кузьмин, Ю.Е. Абраменко, М.А. Кудрявцев. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.

- 10 Чичинадзе, А.В. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) [Текст] / А.В. Чичинадзе [и др.]; под общ. ред. А.В. Чичинадзе – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.: ил.
- 11 Игцук, Ю.Л. Состав, структура и свойства пластичных смазок [Текст] / Ю.Л. Игцук. - Киев: Наук, думка, 1996. - 512 с.
- 12 Григорьев, Р.А. Классификация ремонтно-восстановительных пластичных смазок [Текст] / Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции – новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства: сб. науч. трудов г. Тамбов – Тамбов. Изд-во Першин Р.Н., 2017. – С.91 – 92
- 13 Куксенова, Л.И. Смазочные материалы и явление избирательного переноса [Текст] / Л.И. Куксенова, А.А. Поляков, Л.М. Рыбакова // Вестник машиностроения. - 1990. - № 1. - С. 35-40.
- 14 Ведищев, С.М. Оценка влияния пластичных восстановительных смазок на ресурс подшипников качения [Текст] / Ведищев С.М., Григорьев Р.А. // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: сб. науч. трудов г. Мичуринск - Наукоград – Мичуринск - Наукоград, 2017. – С.
- 15 Уханов, А.П. Эксплуатационные материалы: учебник [Текст] / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, А.А. Глущенко, А.Л. Хохлов. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 528 с. - ISBN 978-5-8114-3799-3: Б. ц. Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки
- 16 Курчаткин, В.В. Надежность и ремонт машин [Текст] / В.В. Курчаткин [и др.]– М.: Колос, 2000. – 776 с.
- 17 Щурин, К. В. Надежность машин : учебное пособие [Текст] / К. В. Щурин. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 592 с. - ISBN 978-5-8114-3748-1 : Б. ц. Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки
- 18 Торопынин, С.И. Надежность и ремонт машин: учебное пособие [Текст] / С.И. Торопынин, С. А. Терских. - Красноярск: КрасГАУ, 2018. - 102 с. - Б. ц.
- 19 Агеев, Е. В. Техническое обслуживание и ремонт машин в АПК: учебное пособие [Текст] / Е. В. Агеев, С. А. Грашков. - Курск : Курская ГСХА, 2019. - 185 с. - ISBN 978-5-907205-85-7: Б. ц.
- 20 Гаркунов, Д.Н. Триботехника: износ и безызносность [Текст] / Д.Н. Гаркунов: учебник для вузов. - М.: Изд-во МСХА, 2001. - 616 с.
- 21 Гаркунов, Д.Н. Триботехника (конструирование, изготовление и эксплуатация машин) [Текст] / - М.: Изд-во МСХА, 2002. - 632 с.

REFERENCES

- 1 Grigor'ev, A.M. Vintovye konveyery [Tekst] / A.M. Grigor'ev // – М.: Mashinostroenie, 1972. – 184 s.
- 2 Morgachev, V.L. Pod'emno - transportnye mashiny [Tekst] / V.L. Morgachev. – М.: Mashinostroenie, 1964. – 344 s.
- 3 Osipov, P.E. Gidravlika, gidravlicheskie mashiny i gidroprivod [Tekst] / P.E. Osipov – Uch. Posobie. 3-e izd., pererab. i dop. – М.: Lesnaya promyshlennost', 1981. – 424 s.
- 4 Fuks, I.G. Dobavki k plastichnym smazkam [Tekst] / I.G. Fuks. – М.: Himiya, 1972. – 248 s.
- 5 Kuzharov, A.S. Svoystva i primeneniye metalloplakiruyushchih smazok [Tekst] / A.S. Kuzharov, N.YU. Onishchuk. - М.: CNIITeneftekhimiya, 1985. - 57 s.
- 6 Chichinadze, A.V. Osnovy tribologii (trienie, iznos, smazka): uchebnik dlya tekhnicheskikh vuzov [Tekst] / A.V. Chichinadze [i dr.]; pod obshch. red. A.V. Chichinadze. - 2 izd., pererabot. i dop. - М.: Mashinostroenie, 2001. - 310 s.
- 7 Balabanov, V.I. Tribotekhnologiya v tekhnicheskoy servise mashin [Tekst] / Balabanov V.I. [i dr.]. - М.: Izumrud, 2005. - 192 s.
- 8 Vedishchev, S.M. Analiz sposobov povysheniya resursa podshipnikovyykh uzlov [Tekst] / Vedishchev S.M., Grigor'ev R.A. // Ustoichivoe razvitiye regiona: arhitektura, stroitel'stvo, transport: sb. nauch. trudov FGBOU VO TGTU. – Tambov. Izd-vo Pershina R.V., 2017. – S.444 – 446.
- 9 Kuz'min, B.A. Tekhnologiya metallov i konstruktsionnyye materialy [Tekst] / B.A. Kuz'min, YU.E. Abramenko, M.A. Kudryavtsev. – М.: Mashinostroenie, 1989. – 496 s.

- 10 CHichinadze, A.V. Trenie, iznos i smazka (tribologiya i tribotekhnika) [Tekst] / A.V. CHichinadze [i dr.]; pod obshch. red. A.V. CHichinadze – M.: Mashinostroenie, 2003. – 576 s.: il.
- 11 Igcuk, YU.L. Sostav, struktura i svojstva plastichnyh smazok [Tekst] / YU.L. Igcuk. - Kiev: Nauk, dumka, 1996. - 512 s.
- 12 Grigor'ev, R.A. Klassifikaciya remontno-vosstanovitel'nyh plastichnyh smazok [Tekst] / Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya resursov pri proizvodstve sel'skohozyajstvennoj produkcii – novye tekhnologii i tekhnika novogo pokoleniya dlya rastenievodstva i zhivotnovodstva: sb. nauch. trudov g. Tambov – Tambov. Izd-vo Pershin R.N., 2017. – S.91 – 92
- 13 Kuksenova, L.I. Smazochnye materialy i yavlenie izbiratel'nogo perenosa [Tekst] / L.I. Kuksenova, A.A. Polyakov, L.M. Rybakova // Vestnik mashinostroeniya. - 1990. - № 1. - S. 35-40.
- 14 Vedishchev, S.M. Ocenka vliyaniya plastichnyh vosstanovitel'nyh smazok na resurs podshipnikov kacheniya [Tekst] / Vedishchev S.M., Grigor'ev R.A. // Inzhenernoe obespechenie innovacionnyh tekhnologij v APK: sb. nauch. trudov g. Michurinsk - Naukoograd – Michurinsk - Naukoograd, 2017. – S.
- 15 Uhanov, A. P. Ekspluatacionnye materialy: uchebnik [Tekst] / A. P. Uhanov, D. A. Uhanov, A. A. Glushchenko, A. L. Hohlov. - Sankt-Peterburg: Lan', 2019. - 528 s. - ISBN 978-5-8114-3799-3: B. c. Kniga iz kolleksii Lan' - Inzhenerno-tekhnicheskie nauki
- 16 Kurchatkin, V.V. Nadezhnost' i remont mashin [Tekst] / V.V. Kurchatkin [i dr.]; – M.: Kolos, 2000. – 776 s.
- 17 SHCHurin, K. V. Nadezhnost' mashin : uchebnoe posobie [Tekst] / K. V. SHCHurin. - Sankt-Peterburg : Lan', 2019. - 592 s. - ISBN 978-5-8114-3748-1 : B. c. Kniga iz kolleksii Lan' - Inzhenerno-tekhnicheskie nauki
- 18 Toropynin, S.I. Nadezhnost' i remont mashin: uchebnoe posobie [Tekst] / S. I. Toropynin, S. A. Terskih. - Krasnoyarsk: KrasGAU, 2018. - 102 s. - B. c.
- 19 Ageev, E. V. Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont mashin v APK: uchebnoe posobie [Tekst] / E. V. Ageev, S. A. Grashkov. - Kursk : Kurskaya GSKHA, 2019. - 185 s. - ISBN 978-5-907205-85-7: B. c.
- 20 Garkunov, D.N. Tribotekhnika: iznos i bezyznosnost' [Tekst] / D.N. Garkunov: uchebnik dlya vuzov. - M.: Izd-vo MSKHA, 2001. - 616 s.
- 21 Garkunov, D.N. Tribotekhnika (konstruirovaniye, izgotovleniye i ekspluatatsiya mashin) [Tekst] / - M.: Izd-vo MSKHA, 2002. - 632 s.

РЕЗЮМЕ

Одним из основных ресурсопределяющих деталей, ограничивающих долговечность узлов сельскохозяйственной техники, являются подшипники качения. Отказ одного из подшипников ходовой системы приводит к перегрузке других элементов, преждевременному ремонту, простоя техники и значительным экономическим потерям.

Важную роль в повышении надежности подшипников качения в опорных катках гусеничного движителя играет использование современных, многокомпонентных, пластичных смазочных материалов и совершенствование смазочной системы.

Восстановление изношенных поверхностей подшипников качения происходит за счет избирательного переноса металла (металлоплакирования) при использовании пластичных восстановительных смазок.

Современные пластичные смазочные материалы получают методом компаундирования, когда к жидким маслам (основе) добавляют специальные загустители, формирующие каркас масла и присадки – маслорастворимые поверхностно-активные вещества (ПАВ) для восстановления износа в элементах подшипников качения и модификаторы, обеспечивающие прочность и эластичность структуры смазки.

Повышение ресурса подшипниковых узлов опорных катков гусеничных тракторов может быть достигнуто и совершенствованием смазочной системы, т.е. организацией циркуляционного режима смазывания, применением предлагаемого шнеково-винтового устройства для доставки масла в зону трения подшипников. Данное устройство позволяет

более эффективно использовать объем заложенной пластичной смазки в опорных катках гусеничных тракторов.

Степень заполнения пластичной смазки подшипника и всего подшипникового узла оказывает влияние на поведение смазки в подшипнике, на его температурный режим (охлаждая) и как следствие – на ресурс подшипника.

В данной работе предусматривается теоретическое обоснование конструктивных параметров предлагаемого шнеково-винтового устройства для подачи масла в зону трения подшипников качения опорных катков гусеничных тракторов.

УДК 631.3; 631.4; 631.5
МРНТИ 68.05.35; 68.05.41

DOI 10.52578/2305-9397-2024-1-2-219-232

Нуралин Б. Н., доктор технических наук, профессор, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0002-0507-5445>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 0900009, Казахстан, bnuralin@mail.ru

Галиев М. С., магистр, старший преподаватель, <https://orcid.org/0000-0002-2939-4918>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 0900009, Казахстан, manarbek-1980@mail.ru

Сагиров А. Е., магистр, старший преподаватель, <https://orcid.org/0000-0002-4939-8609>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 0900009, Казахстан, Ainara-2010@mail.ru

Джаналиев Е.М., кандидат технических наук, и.о. доцент, <https://orcid.org/0000-0002-7177-413X>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 0900009, Казахстан, ernazar.dzhanaiev@mail.ru

Кашбаев А.А., магистр, старший преподаватель, <https://orcid.org/0009-0009-5171-4234>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 0900009, Казахстан, abdybai1967@mail.ru

Nuralin B. N., Doctor of Technical Sciences, Professor, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0002-0507-5445>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, bnuralin@mail.ru

Galiev M. S., master's degree, senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0002-2939-4918>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, manarbek-1980@mail.ru

Sagirov A. E., master's degree, senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0002-4939-8609>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, Ainara-2010@mail.ru

Janaliev Y.M., Candidate of Engineering Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-7177-413X>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, ernazar.dzhanaiev@mail.ru

Kashbaev A. A., master's degree, senior lecturer, <https://orcid.org/0009-0009-5171-4234>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, abdybai1967@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО - МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ЭНЕРГОЕМКОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ ПОЧВ STUDY OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES AND ENERGY INTENSITY OF DESTRUCTION OF HEAVY SOILS

Аннотация

Введение. Важным элементом интенсификации сельскохозяйственного производства является рациональное использование земельных ресурсов, создание прочной кормовой базы