O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

QARSHI DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

“Global iqlim o‘zgarishi sharoitida suv tanqisligini yumshatish, qishloq xo‘jaligini raqamlashtirishda “Smart” texnologiyalardan foydalanish usullari” mavzusida

XALQARO ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA TO‘PLAMI

27-28 март 2026 йил

СБОРНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

международная научно-практическая конференция на тему "Методы использования "Smart" технологий для смягчения дефицита воды и цифровизации сельского хозяйства в условиях глобального изменения климата"

27-28 марта 2026 год

COLLECTION FOR THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

International Scientific and Practical Conference on the topic "Methods of Using 'Smart' Technologies to Mitigate Water Scarcity and Digitalize Agriculture in the Context of Global Climate Change"

March 27-28, 2026

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

QARSHI DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

“Global iqlim o‘zgarishi sharoitida suv tanqisligini yumshatish, qishloq xo‘jaligini raqamlashtirishda “Smart” texnologiyalardan foydalanish usullari” mavzusida XALQARO ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA TO‘PLAMI

27-28 март 2026 йил

СБОРНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

международная научно-практическая конференция на тему "Методы использования "Smart" технологий для смягчения дефицита воды и цифровизации сельского хозяйства в условиях глобального изменения климата"

27-28 марта 2026 год

COLLECTION FOR THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

International Scientific and Practical Conference on the topic "Methods of Using 'Smart' Technologies to Mitigate Water Scarcity and Digitalize Agriculture in the Context of Global Climate Change"

March 27-28, 2026

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

И.Ж.Тоиров, С.М.Бадалов, А.А.Рахимов
КГТУ.

Аннотация: В статье представлены причины преждевременного выхода из строя неподвижных соединений подшипником качения, которое являющиеся самыми многочисленными элементами конструкций в тракторов и сельскохозяйственных машин. В результате нарущения неподвижности деталей по стипенно появляеся зазор и его знечения увеличиваются. Зазор между наружным кольцом подшипника и корпусом приводит к деформации наружного кольца в направлении, перпендикулярном приложенной к подшипнику нагрузке. В результате происходит перераспределение нагрузки между телами качения, повышение ее на центральное и снижение на баковые тела качения. Однако эти методы имеется следюшие недостатки: подребностью дорогостоящем технологическом оборудовании, высокую трудоемкость, энергоёмкостью и себестоимостью. Решение этой проблемы в статье базируется использованием новых материалов, каторые обеспечивается сто процентный контакт между сопрягаемых поверхностей деталей. При этом коэффицент трения приблежается к единицу. К таким материалом относиться анаэробные герметики.

Ключивые слова: подшипник, неподвижное соединение, натяг, долговечность, коэффицент трения, вал, корпус, фреттинг-каррозия, механизм изнашивание.

Введение. Неподвижные соединения подшипников качения широко применяются в конструкциях тракторов и сельскохозяйственных машин. Поэому надежность этих машин зависят от надежности ее состовных элементов. Среди последних важное место занимает подшипниковые узлы. Однако ресурс большенства этих подшипников качения ниже расчетного и находится в пределах 2000...3800 ч., что явно недостаточно, так как ресурс подшипников качения у новых тракторов должен быть доведен до 12...14 тыс. мото-ч.

Проведенным исследованием установлено, что одной из причины отказа подшипниковых узлов является износ посадочных мест подшипников в корпусных деталях и на валах. При износе посадочных мест увеличивается зазоры между кольцами подшипников и сопрягаемых поверхностями корпусных деталей и валов, что приводитк перекосу осей валов, увеличению вибрации и динамических нагрузок. В результате снижается долговечность подшипников качения, валов, зубчатых колес и других деталей.

При посадке подшипника 307 с зазором 0,1 мм его долговечность снижается в 1,5 раза, а с зазором 0,2 мм - в два раза по сравнению с долговечностью при посадке с нулевым зазором. Основной причиной снижения долговечности подшипника при увеличении зазора является возрастание нагрузке на центральное тело качения. С увеличением нагрузки с 1,1 до 1,75 кН долговечность подшипника снижается почти в 3 раза.

Изнашивание посадочных поверхностей происходит в результате многих сложных процессов, протекающих на сопрягаемых поверхностях наружного и внутреннего колец подшипника. Срезаются и сминаются отдельные микронеровности сопрягаемых поверхностей при запрессовке, пластически деформируются микровыступы в зонах фактического контакта в течение первых циклов нагружения. Однако все перечисленные причины не являются основными. Основными причинами износа посадочных мест подшипников качения в процессе эксплуатации являются фреттинг-коррозия и проворот внутренних и наружных колец подшипников [15, 16, 33, 44, 45].

Для решения этого проблемы рекомендуемый следющие методы.

Когда требуется передача или восприятие значительных осевых сил или крутящих моментов неподвыжность деталей опеспечивается с натягом. Сопротивление взаимно смешению деталей (прочность соединнения) создается и поддерживается силами упругой деформации и растяжения пропорциональными величине натяга.

Если на соединение действует внешняя осевая составляющая сила резания P или крутящий момент $M_{кр}$, то соответствующие условия прочности могут быть выражены неравнствами

$$P \leq \pi dlpf;$$
$$M_{кр} \leq 0{,}5\pi d^2 lpf$$

где *d-номинальный диаметр; l–длина контакта сопрягаемых поверхностей; p-давление контакттирующих поверхностях; f-коэффицент сцепления*

Анализ этих формул показывают, что значения сила резания Р или крутящего момента $М_{кр}$, в основном зависят от давление контакттирующих поверхностях и коэффицента сцепления.

Давление контактирующих поверхностях зависять от величины натяга.

Однако увеличение натяга можно повысить статическую прочность соединений до определённого предела. При больших натягах пластические деформации, возникающие в материале, приводят к снижению прочности деталей на сдвиг и проварачивание из-за релаксации напряжений.

Высокую прочность соединений не увеличивая натяга можно достич повышением коэффицента трения между сопрягаемыми поверхностями и увеличением фактической площади. Эти факторы взаимосвязаны, поскольку коэффицент трения, по своей физической сущности являясь коэффицентом сцепления, увеличивается с увеличением площади контакта.

Для увеличения площади контакта сопрягаемых поверхностей можно достичь путем нагрева охвативаеющего или охлаждения охвативаемого деталей, нанесением гальванические покрытия и т.д.

В работе [5] установлено, что метод нагрева деталей перед их сборкой дает хорошие результаты. Например, прочность неподвижных соединений при сборке с нагрева охвативаеющего или охлаждения охвативаемого деталей увеличивается 2…2,5 раза, нанесением галванических покрытий на сопрягаемых поверхностей увеличивается 2...2,2 раза по сравнению с механический запрессовкой. Это объясняется тем, что при формирование поперечных прессовых соединений микронеровности сопрягаемых поверхностей не сглаживаются, как у продольно-прессовых соединений, а как бы сцепляются друг-друга.

При этом для поддержания физических и механических свойств деталей должена быть, самая низкая температура охлаждения не ниже (-196°С) и максимальная температура нагрева не больше 260…280°С.

При этом коэффицент трения составляют, при сборки с охлаждением охвативаемого деталей f=0,314...0,535, с нагрева охвативаеющего f=0,222...0,454, и нанесением гальванические покрытия f = 0,75.

Однако эти методы имеются следющие недостатки: сложность технологического процесса, потребность в дорогостоящем технологическом оборудовании, низкая производительность, высокая себестоимость.

Большинство перечисленных недостатков устраняется при посадки колес подшипников качения с использованием анаэробных герметиков.

Анаэробные герметики представляет собой многокомпонентные жидкие составы, способные длительное время храниться на воздухе без изменения свойств и быстро отверждаться при температурах 20…25°С без доступа воздуха с образованием прочного твердого полимера

Способ. Объектами исследования служили неподвижные соединения типа «вал-подшипник», восстановленные анаэробными герметиками УГ-8. При этом использовали подшипники 208 и специально изготовленные валы. Перед нанесением анаэробных герметиков посадочные места подшипников и валов обезжиривали тампоном, смоченным в ацетоне, и просушивали в течение мин. Подшипник с нанесением на внутреннее кольцо герметиком устанавливали в гнездо основания изготовленного из фторопласта. Герметик наносили также на посадочную поверхность вала4, который устанавливали во внутреннее кольцо подшипника.

Статическую прочность неподвижных соединений определяли на разрывной машине ИМ-4А с автоматической записью зависимости «нагрузка-деформация»

Результаты. Нанесение герметика на соединяемые поверхности при посадке с натягом способствует значительному увеличению статической прочности неподвижного соединения. Так, при установке внутреннего кольца подшипника на вал с натягом 10 мкм усилие распрессовки составляет 4,25 кН, а при установке с этим же натягом и нанесением герметика усилие распрессовки составляет 22,5 кН. С увеличением натяга на 20 мкм усилие распрессовки возрастает соответственно на 6,75 и 23 кН. В первом случае усилие распрессовки увеличилось в 5,3 раза, а во втором – в 3,4 раза(рис.1). При этом коэффицент трения прилежается к единицу, f ≈1.

Усилия распрессовки неподвижных соединений, восстановленных анаэробными герметиками, зависят от величины зазора до восстановления. С увеличением этого зазора и, следовательно, с увеличением толщины клеевого слоя усилия распрессовки снижаются.

Таким образом, при сборке неподвижных соединений с натягом и нанесением анаэробных герметиков их статическая прочность увеличивается. При распрессовке таких соединений необходимо преодолеть сопротивление перемещению сопрягаемых поверхностей относительно друг друга, но и сопротивление срезу слоя отвержденного герметика. Поэтому при нанесении анаэробных герметиков можно получить неподвижное соедлинение с требуемым усилием распрессовки при значительно меньших натягах, что важно для повышения долговечности не только неподвижных соединений, но и подшипников качения.

Зависимости усилия распрессовки P неподвижных соединений от натяга (отрицательные величины) или зазора (положительные величины)

Долговечность восстановленных соединений зависит от зазора в соединении типа корпус-подшипник до восстановления. С увеличением зазора долговечность снижается. Стрелки у точек означают, что неподвижные соединения, восстановленные анаэробными герметиками определенной марки, при заданных зазорах до восстановления и соответствующих наработках не разрушились. С увеличением же зазоров до восстановления клеевые соединения разрушаются при наработках, соответствующих точкам без стрелок. Значительное повышение долговечности неподвижных соединений, восстановленных герметиком УГ-8, наблюдается при зазорах до 0,18 мм,

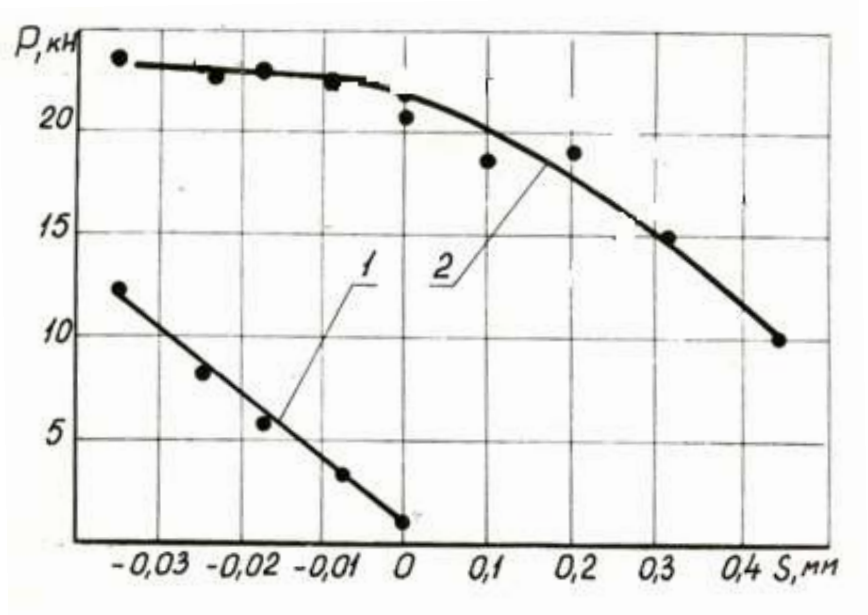


рис.1. Неподвижные соединения собраны: 1 – без анаэробного герметика; 2 – с герметиком УГ-8.

Зависимости долговечности сопряжений t от зазора S до восстановления

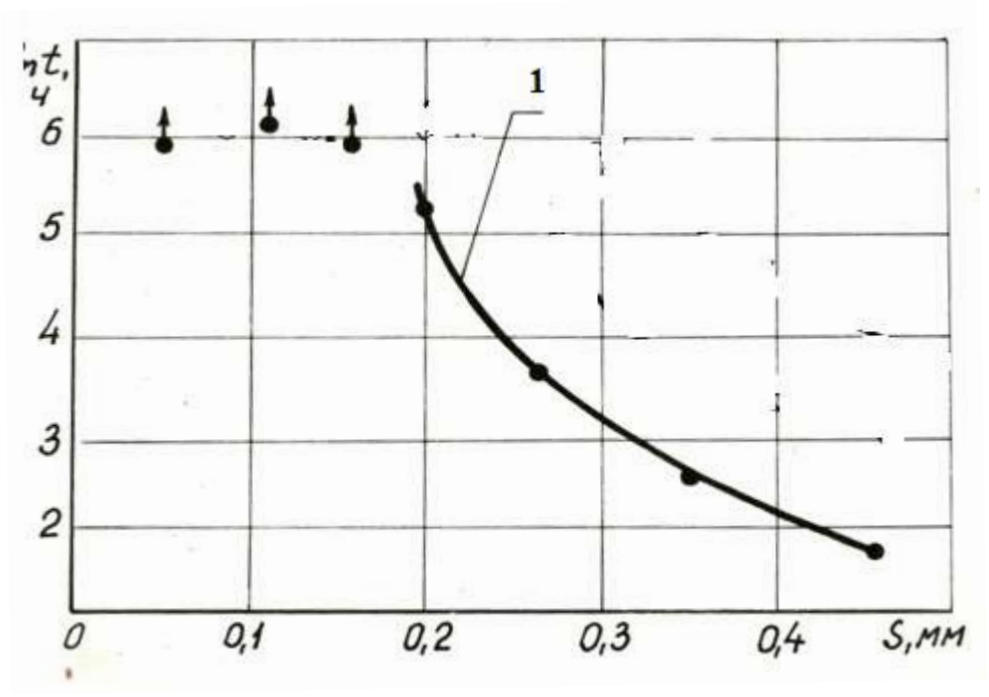


Рис.2. Соединения восстановлены: 1-УГ-8;

Однако долговечность соединение снижается потому что, отвержденный адгезив связан с поверхностью субстрата адгезионным взаимодействием, и поэтому при усадочных явлениях он оказывается растянутым по сравнению с его равновесным состоянием. В результате в клеевом соединении образуются внутренние напряжения [6].

Для определения внутренних напряжений в клеевых соединениях предложена следующая формула

$$\sigma_{вн} = \frac{E\varepsilon}{1-\mu} \qquad (1)$$

где E и μ – модуль упругости и коэффициент Пуассона адгезива:

ε – усадка.

Внутренние напряжения действуют против когезионных с адгезионных сил. Поэтому их можно приравнять к длительно действующей нагрузке.

Внутренние напряжения приводят к возникновению энергии отрыва клеевого слоя, которое снижает адгезионную прочность соединения.

Внутреннюю энергию отрыва можно определить по формуле [110].

$$W_{вн} = \frac{\sigma_{вн}^2}{2E} \cdot S \cdot h, \qquad (2)$$

где $\sigma_{âí}$ – внутренняя энергия отрыва:

S – площадь контакта адгезива с субстратом;

h – толщины адгезива.

Подставив (1) в уравнение (2), получим

$$W_{вн} = \frac{E\varepsilon^2}{2(1-\mu)^2} \cdot S \cdot h \qquad (3)$$

Уравнение (3) показывает, что внутренняя энергия отрыва возрастает с увеличением усадки, модуля упругости, толщины и площади клеевого слоя.

Поэтому для обеспечения высокой адгезионной прочности клеевого соединения необходимо выбирать адгезивы с низкими усадками и модулями упругости, а также ограничивать толщину клеевого соединения.

Список литературы

1. Ли Р.И. Применение полимерных материалов в подшипниковых узлах при изготовлении и ремонте машин [Текст]: Монография / Р.И.Ли. - Мичуринск: Издательство МичГАУ, 2010-169 с.

2. Ли Р.И. Повышение эффективности восстановления посадочных отверстий корпусных деталей сельскохозяйственной техники при модификации эластомеров [Текст] / Р.И. Ли, Д.В. Машин, Ф.А. Кирсанов [и др.] // Труды ГОСНИТИ. - Москва: Издательство ГОСНИТИ, 2013.-Т. 111., 4.2.-С. 134-136;

3.Ли Р.И. Полимерные композиционные материалы для фиксации подшипников качения в узлах машин монография. - Липецк: ЛГТУ,2017.-224 с.

4. А.С.Зинкин, Б.М. Арпентьев. Сборка неподвижных соединений термеческими методами., М.1986,125 с.

5. Айнбиндер С.Б., Клокова Э.Ф. ДАН СССР. – 1962.–Т.146.– № 5. – С.1058-1060.

EGATSIZ TEKIS SHUDGORLASH — YERLARNING MELIORATIV HOLATINI YAXSHILASHNING STRATEGIK OMILI

Badalov Sunatullo Mamadiyevich
Qarshi davlat texnika universiteti

Annotatsiya: *Maqolada daladan bir o‘tishda tuproqni egatsiz tekis shudgorlab ekishga tayyorlaydigan yopiq va yarim ochiq kesish sharoitida shudgorlaydigan takomillashgan plugning konstruktiv sxemasi, hamda uning texnologik ish jarayoni va eksperimenal tadsqiqotlar natijalari keltirilgan. Maqolada egatsiz tekis shudgorlash texnologiyasining tuproq meliorativ holatiga ta’siri, sho‘r yuvish jarayoni samaradorligini oshirishdagi o‘rni va sug‘orish suvlarini tejash imkoniyatlari tahlil qilinadi. Tekis shudgorlaydigan pluglardan foydalanishning agrotexnik afzalliklari ilmiy asoslangan.*

Jahonda energiya-resurstejamkor va ish unumi yuqori tuproq palaxsalarini ag‘darib yerlarni shudgorlaydigan pluglarni qo‘llash yetakchi o‘rinlardan birini egallamoqda. «Dunyo miqyosida qishloq xo‘jaligi ekinlarini yetishtirish uchun har yili 1,66 mlrd. gektardan ortiq yerlar shudgorlanishi»ni hisobga olsak [1], tuproqqa ag‘dargichli ishlov berishda tekis shudgorlaydigan, ish sifati va unumi yuqori hamda energiya-resurstejamkor qurollarni amaliyotga joriy etishni taqozo etadi. Shu jihatdan yopiq va yarim ochiq kesish sharoitida egatsiz tekis shudgorlaydigan pluglardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

Jahonda qishloq xo‘jaligi ekinlarini ekish uchun yerlarga ag‘dargichli asosiy ishlov berishning resurstejamkor texnologiyalari va ularni amalga oshiradigan qurollarning yangi ilmiy-texnikaviy yechimlarini ishlab chiqishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Jumladan, energiyatejamkor tekis shudgorlaydigan pluglar konstruksiyalarini yaratish va ularning ishchi qismlarining texnologik jarayonlari va parametrlarini asoslash yo‘nalishlaridagi ishlarni ko‘rsatish mumkin. Bu borada, yopiq va yarim ochiq kesish sharoitida tekis shudgorlaydigan pluglarni ishlab chiqish hamda ularning texnologik jarayoni va parametrlarini asoslashga alohida e’tibor berilmoqda.

Yerlarning meliorativ holatini yaxshilash, ayniqsa tuproq sho‘rlanishiga qarshi kurashishda asosiy ishlov berish sifati hal qiluvchi ahamiyatga ega. An’anaviy shudgorlashda hosil bo‘ladigan marza va ochiq egatlar dalaning mikrorelyefini buzadi. Bu esa sug‘orish va sho‘r yuvish vaqtida suvning notekis taqsimlanishiga, natijada dalaning baland joylarida sho‘r to‘planishiga, past joylarida esa botqoqlanishga olib keladi. **Egatsiz tekis shudgorlash** mana shu muammolarni bartaraf etuvchi muhandislik yechimidir.

Tekis shudgorlashning afzalliklari va samaradorligi

Ma’lumki, paykal usulida shudgorlash va tekis shudgorlash texnologiyalari mavjud. An’anaviy pluglar navbatma-navbat “yig‘ma” va “ajratma” shudgorlashni amalga oshiradigan paykal usuliga moslashgan (1.1-rasm). An’anaviy pluglar bilan paykal usulida shudgorlashning asosiy xususiyati – bu shudgorlangan maydonda ochiq egatlar va marzalarni hosil bo‘lishidir.

11	**A.A.Berkinov, J.Isayev.** Reostat yordamida tok kuchini rostlash: nazariy asoslar, tajriba metodologiyasi va amaliy tadqiqotlar.	449
12	**T.R.Yuldashev, A.X.Samadov, F.B.Xasanov.** Neft tarkibidagi gazlardan suyultirilgan uglevodorodlarni ishlab chiqarish ko‘rsatkichlarini oshirish texnologiyasini asoslash	451
13	**T.R.Yuldashev, A.X.Samadov.** Mahsuldor qatlamlarni ikkilamchi ochishda skin-samara va qo‘llaniladigan eritmalarning salbiy ta’siri sabablarini o‘rganish.	454
14	**Ш.З.Худойбердиев.** Мотоблок ишлатиш кўникмаларини ошириш замонавий ёндашувлар ва методикалар.	457
15	**E.O.Xamroyev, Sh.S.Yusupova.** Chorvachilik chiqindilarini foydali energiya va o‘g‘itlar ishlab chiqarish uchun utilizatsiya qilish	460
16	**S.J.Yaxyayev, D.R.Norqulova.** Bug‘doy ekinida kasalliklarni erta aniqlashda sun’iy intellektga asoslangan smart tizimlar.	463
17	**Ж.Р.Норчаев, Д.Ж.Рустамова, В.У.Нормўминова,** Влияние длины лемеха и частоты вращения битера на тяговое сопротивление лукокопателя.	465
18	**Z.A.Rasulova.** O‘zbekistonda qishloq xo‘jalik mashinalarining intensiv rivojlanishi**.**	466
19	**E.Uljaev, O‘.U.Abdixalilov.** Sun’iy intellekt asosida konveyer tizimida olma mevalarini aniqlash va tasniflashning matematik modeli	468
20	**J.F.Abdulmannonov.** Kombinatsiyalashgan o‘rmon plugining parametrlarini asoslash.	472
21	**Sh.Xudoyberdiyev.** Motobloklar yordamida ekinlarni o‘rib yig‘ish texnologik tahlil va tavsiyalar.	475
22	**B.J.Xursanov.** Tuproqga ishlov berish jarayonida chizel tishlari resurstejamkorligini oshirish.	478
23	**А.М.Тургунов, Ф.Ибадуллаев, А.Хакбердиев.** Гибридная PINN–MPC модель импульсного капельного орошения с учётом засоления почвы и засорения эмиттеров.	480
24	**O.P.Shukurova, M.Fayzulloxo’ja, N.Narzullo qizi.** Polietilen ishlab chiqarishda neyron tarmoqlaridan foydalanish	483
25	**K.D.Muxamadsodiqov, M.Abdullajonova.** Qishloq xo‘jalik mashinalari korroziyasi va uning oldini olishda anod elementlaridan foydalanish.	486
26	**M.S.Salomova.** Sarimsoq kovlagich mashinasining konstruktiv yechimlari va texnologik ko‘rsatkichlari.	488
27	**И.Ж.Тоиров, С.М.Бадалов, А.А.Рахимов.** Перспективные методы повышения прочности неподвижных соединений подшипников качения.	492
28	**S.M.Badalov.** Egatsiz tekis shudgorlash — yerlarning meliorativ holatini yaxshilashning strategik omili.	496
29	**M.F.Pirnazarova.** Sarimsoqpiyoz urug‘larini ekish mashinasi miqdorlagichi konstruksiyasi va uning parametrlarini asoslash.	499
30	**R.N.Keldiyorov, M.A.Xonaliyev.** Tuproqni ag’darmasdan ekin ekishga tayyorlashning rivojlanish yo‘nalishlari.	501
31	**R.N.Keldiyorov, Sh.N.Inatov.** Qishloq xo‘jaligida resurstejamkor texnika va texnologiyalardan foydalanishning ilmiy-amaliy asoslari.	504
32	**Ш.А.Бердиев.** Комбинированная технология получения диффузионных оксинитридных слоев на конструкционных сталях.	506
33	**Ш.А.Бердиев.** Оксидирование сталей и сплавов в парах воды.	508
34	**A.A.Suyunov.** Ozuqa aralashtirgich qopqog'i shaklining ozuqa aralashmasi sifatiga ta'siri.	511
35	**И.Г.Темиров, Н.Ш.Рашидов.** О некоторых свойствах почвы пахотного слоя хлопковых полей.	515