10. Dorovskikh V.I., Dorovskikh D.V., Hohlov I.N. Povyshenie kachestva doeniya regulirovaniem davleniya soskovoј reziny na sosok // *Tehnika v sel'skom hozjajstve*. – 2012. – № 6. – S. 12 – 13.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Доровских Владимир Иванович – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: dorovskikh50@mail.ru.

Жариков Вадим Сергеевич – инженер Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: vadim_688@bk.ru.

Author credentials

Affiliations

Dorovskikh Vladimir – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use machinery and Petroleum products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: dorovskikh50@mail.ru.

Zharikov Vadim – engineer of the Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use machinery and Petroleum products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: vadim_688@bk.ru.

Поступила в редакцию (Received): 11.01.2021 Принята к публикации (Accepted): 12.02.2021

УДК 67.05: 66-933.4

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-1-59-69

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ НОЖ РЫЧАЖНОГО ТИПА ДЛЯ МАЛОТОННАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА КОНСЕРВАЦИОННЫХ СОСТАВОВ

¹Петрашев Александр Иванович

²Таха Фирас

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

²Технический университет Аль-Фурат Аль-Авсат – Технический колледж Аль-Муссаиб

Реферат. Задачу по обеспечению машинно-тракторного парка недорогими консервационными составами следует решать путем организации в аграрных предприятиях участков по их малотоннажному производству. Предложено оснащать такие участки гидравлическим ножом рычажного типа для резки твердо-пластичных компонентов консервационных составов. Определены коэффициенты сцепления твердо-пластичных компонентов со сталью, влияющие на кинематические параметры рычажного ножа: битум по сухой стали 2,42 – 4,22; битум по стали с отработанным маслом 0,51 – 0,6; присадка Эмульгин по сухой стали 1,1 – 0,49. Изготовлен компактный гидравлический нож, содержащий стол для размещения компонентов, основание со стойками, шарнирно закрепленные на стойках рычаги с лезвием и гидроцилиндры для подъема рычагов. Показано, что для привода ножа подходит гидравлический стенд с давлением насоса до 10 МПа. Проведены производственно-технологические исследования гидравлического ножа рычажного типа при резке бухт с битумом и картонных барабанов с присадкой Эмульгин. В процессе исследований определены: высота подъема лезвия 380 мм при ходе штока гидроцилиндра 200 мм; длина лезвия рабочая 520 мм; сила резки 37 кН; производительность 100 кг/ч, габаритные размеры 1170 x 820 x 1030 мм. Установленные технические показатели рычажного ножа позволяют считать его конструкцию соответствующей технологии малотоннажного производства консервационных составов.

Ключевые слова: твердо-пластичный компонент, коэффициент сцепления, рычажный нож, сила резки.

LEVER TYPE HYDRAULIC KNIFE FOR LOW-TONNAGE PRODUCTION OF THE CONSERVATION COMPOSITION

¹*Petrashev Alexandr*

²*Taha Firas*

¹*FSBSI "All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture"*

²*Al-Furat Al-Awsat Technical University – Technical Collage of Al-Mussaib*

Abstract. *The task of providing the machine and tractor fleet with inexpensive conservation compositions should solved by organizing sites for their low-tonnage production in agricultural enterprises. It proposed to equip such sections with a lever-type hydraulic knife for cutting hard-plastic components of conservation compositions. Coefficients of adhesion of hard-plastic components to steel, affecting the kinematic parameters of the lever knife: bitumen for dry steel 2.42-4.22; bitumen for steel with waste oil 0.51-0.6; Additive Emulgin for dry steel 1.1-0.49 were determined. A compact hydraulic knife containing a table for placing components, a base with legs, articulated arms with a blade and hydraulic cylinders for lifting the arms manufactured. It shown that a hydraulic stand with a pump pressure of up to 10 MPa is suitable for driving a knife. Production and technological studies of a lever-type hydraulic knife when cutting coils with bitumen and cardboard drums with an Emulgin additive carried out. Lifting height of the blade 380 mm with the stroke of the hydraulic cylinder 200 mm; working blade length 520 mm; cutting force 37 kN; productivity 100 kg / h, overall dimensions 1170 x 820 x 1030 mm were determined during the research. The established technical indicators of the lever knife make it possible to consider its design as the appropriate technology for low-tonnage production of conservation compositions.*

Keywords: *hard-plastic component, adhesion coefficient, lever knife, cutting force.*

Введение. Рабочие органы отечественной и импортной сельскохозяйственной техники в процессе эксплуатации подвергаются активному изнашиванию за счет истирания растительной массой и почвой. При этом их поверхности лишаются защитных покрытий, нанесенных в заводских условиях. Так как рабочие органы изготовлены из углеродистых сталей (легированных, упрочненных, но не коррозионностойких), то по завершении полевых работ необходимо обеспечить их защиту от атмосферной коррозии на период осенне-зимне-весеннего хранения под открытым небом [1]. Противокоррозионные мероприятия по нанесению консервационных составов позволяют сохранять показатели работоспособности машин и орудий на том же уровне, который они имели в момент окончания полевых работ [2]. В противном случае, из-за пассивного изнашивания, вызванного атмосферной коррозией, снижается усталостная прочность деталей рабочих органов, их безотказность, ремонтпригодность и долговечность [3, 4].

Для проведения противокоррозионных мероприятий на всем парке техники, каждому сельхозпредприятию ежегодно требуются консервационные составы в объеме от нескольких сотен литров до кубометров. Так как затраты на приобретение консервационных составов являются регулярными, то руководство сельхозпредприятия, особенно крупного, ищет способы их снижения. Этого возможно добиться за счет децентрализованного производства консервационных составов с привлечением собственных ресурсов сельхозпредприятия, вторичного сырья и нефтеотходов [5, 6].

Участки по малотоннажному производству консервационных составов целесообразно оснащать гидравлическими ножами для резки (измельчения) твердо-пластичных компонентов, а также смесителями для нагрева и смешивания жидких и измельченных компонентов в рекомендуемых пропорциях [7, 8]. Предприятиям технического сервиса или сельхозпредприятиям, заинтересованным в организации подобных участков с минимальными затратами средств, более приемлемы такие конструкции гидравлических ножей, которые могут изготовлены собственными силами в ремонтных мастерских. При этом основные комплектующие изделия для гидравлических ножей должны быть унифицированы с гидравлическими системами сельхозмашин и доступны для применения.

В работах [9, 10] рассмотрена кинематическая схема и обоснованы параметры работоспособного состояния компактного гидравлического ножа рычажного типа,

предназначенного для резки твердо-пластичных компонентов консервационных составов: битума, ингибирующих присадок Эмульгин и КО-СЖК, относящихся к побочным продуктам нефтепереработки. Авторами предлагается определять рациональные параметры рычажного ножа с учетом коэффициентов сцепления твердо-пластичных компонентов со стальной поверхностью.

Методика и результаты исследования коэффициентов сцепления. Для определения коэффициентов сцепления битума, присадок Эмульгин и КО-СЖК со стальной поверхностью разработан измерительный стенд (рисунок 1), включающий корпус 1, линейку 2, натяжное устройство 3, платформу 4, каретку 5, нагрузку 6, стальную пластину 7 и противовес 8.

Рисунок 1 – Схема стенда для измерения коэффициента сцепления

Натяжное устройство 3 содержит винт, указатель, пружину, которая посредством гибкой тяги соединена с кареткой 5. Каретка 5 размещена на роликах для свободного движения по платформе 4. Противовес 8 посредством гибкой тяги также соединен с кареткой. Он служит для устранения зазоров в натяжном устройстве 3. Нагрузка 6 через толкатель воздействует на компонент, помещенный между стальными пластинами 7. Во время опытов изменяли нагрузку 6, посредством натяжного устройства 3 растягивали пружину до момента начала движения каретки 5.

Исследования коэффициентов сцепления компонентов проводили на поверхности сухой стали и на поверхности стали, смазанной отработанным моторным маслом.

Коэффициент $f_{\text{сц}}$ сцепления компонентов с поверхностью рассчитывали по формуле:

$$f_{\text{сц}} = \frac{L \cdot k}{m_{\text{н}} g},$$

где L – растяжение пружины на момент начала движения каретки, мм; k – жесткость пружины, $k = 0,25 \text{ Н/мм}$; $m_{\text{н}}$ – масса нагрузки, кг; g – ускорение свободного падения, $\text{м}^2/\text{с}$.

Результаты измерений и расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициенты сцепления компонентов со сталью

Исследуемый компонент	Нагрузка, Н	Площадь контакта, см^2	Коэффициент сцепления
Присадка КО-СЖК (на сухой стали)	6,5	5,0	0,37
	20,0	5,0	0,33
Присадка Эмульгин (на сухой стали)	6,5	5,0	1,10
	13,5	5,0	0,49
Битум (на сухой стали)	2,5	5,0	2,42
	4,5		3,12
	6,5		3,43
	7,5		4,22
Битум (на стали, смазанной маслом)	7,5	5,0	0,51
	9,5		0,60

Исследование показало, что на сухой поверхности коэффициенты сцепления присадок КО-СЖК и Эмульгин снижались при увеличении нагрузки. При этом интенсивность снижения коэффициента сцепления зависела от природы присадки. Например, увеличение нагрузки на

присадку КО-СЖК с 6,5 до 20,0 Н (в 3 раза) способствовало уменьшению коэффициента сцепления с 0,37 до 0,33 (снизило на 10 %). Увеличение нагрузки на присадку Эмульгин 6,5 до 13,5 Н (в 2 раза) привело к уменьшению коэффициента сцепления с 1,10 до 0,49 (снизило на 55 %).

Битум, в отличие от присадок, с увеличением нагрузки лучше сцеплялся с сухой стальной поверхностью. Так, увеличение нагрузки на битум с 2,5 до 7,5 Н (в 3 раза) привело к росту его коэффициента сцепления с 2,42 до 4,22 (повысило на 74 %). Чем больше была нагрузка, тем сильнее битум сцеплялся с сухой стальной поверхностью (рисунок 2, график 1). Такое свойство битума способно существенно затруднить его перемещение по столу гидравлического ножа в процессе резки на пласты и куски.

1 – битум на сухой стали; 2 – битум на стали, смазанной отработанным маслом

Рисунок 2 – Коэффициент сцепления битума с поверхностью стали

После того, как поверхность стали сначала смазали отработанным моторным маслом, а затем протерли сухой ветошью, коэффициент сцепления битума с ней уменьшился до $f_{\text{сц}} = 0,51-0,60$ (снизился в 7 раз), и его величина стала примерно такой же, как у присадки Эмульгин (0,5-0,6). Тем самым, за счет смазывания стали перед резкой битума, удалось обеспечить одинаковость технологических режимов резки и присадок, и битума.

Разработка рычажного ножа и его технологические исследования. В работах [9, 10] обоснована кинематическая схема рычажного ножа для резки твердо-пластичных компонентов консервационных составов. Для привода ножа предлагается использовать отдельный гидравлический стенд. Схематически устройство рычажного ножа (вид сбоку) показано на рисунке 3.

Рисунок 3 – Схема рычажного ножа для резки твердо-пластичных компонентов

Он содержит стол 1 для размещения упаковки 2 с твердо-пластичным компонентом, основание 4, стойку 5, лезвие 8 на рычаге 7, шарнирно установленном на стойке 5, и гидроцилиндр 6, соединенный с основанием 4 и рычагом 7. При подаче масла от гидравлического стенда в поршневую полость гидроцилиндра 6 происходит выдвижение штока, рычаг 7 поворачивается вправо, а лезвие 8 поднимается вверх. Под лезвие 8 помещают упаковку 2 с твердо-пластичным компонентом, и подают масло в штоковую полость гидроцилиндра 6 – происходит втягивание штока в гидроцилиндр. Рычаг 7 поворачивается влево, лезвие 8, опускаясь вниз, отрезает от упаковки 2 пласт твердо-пластичного компонента, который падает со стола 1 в контейнер 3.

В работе [10] обоснована формула для определения максимальной высоты подъема лезвия (по вертикали) рычажного ножа:

$$B_{\max} = 0,017R \cdot (\gamma_1 + \gamma_2). \quad (1)$$

где $B_{\max}$ – максимальная высота подъема лезвия, мм; 0,017 – коэффициент пропорциональности, град⁻¹; R – длина рычага, мм; γ_1 – нижний угол наклона рычага к плоскости стола, град; γ_2 – верхний угол наклона рычага к плоскости стола, град.

Нижний угол наклона γ_1 зависит от положения шарнира рычага на стойке относительно плоскости стола. Его величина закладывается на стадии проектирования и в процессе работы гидравлического ножа не корректируется. Максимальное значение верхнего угла наклона γ_2 рычага, определяемое из условия устойчивости технологического процесса резки [10], зависит от коэффициента сцепления твердо-пластичного компонента с поверхностью стола:

$$\gamma_2 = \arctg(f_{\text{сц}}). \quad (2)$$

По данным таблицы 1 коэффициенты сцепления присадки Эмульгин и битума (на смазанной поверхности) составляют 0,5-0,6. При этом значения угла γ_2 , рассчитанные по формуле (2), находятся в интервале: $30^\circ \geq \gamma_2 \geq 26^\circ$. Для разрабатываемой конструкции рычажного ножа возьмем срединное значение интервала, при котором верхний угол наклона рычага – $\gamma_2 = 28^\circ$. Нижний угол наклона рычага конструктивно ограничим величиной – $\gamma_1 = 10^\circ$.

Максимальная высота подъема лезвия зависит от высоты упаковки с твердо-пластичным компонентом. Например, присадка Эмульгин фасуется в картонные барабаны объемом 50 л, их диаметр равен 320 мм. Параметры разрабатываемого рычажного ножа должны обеспечить стабильность процесса резки барабана указанного диаметра.

Из выражения (1) определим длину рычага:

$$R = \frac{B_{\max}}{0,017(\gamma_1 + \gamma_2)}, \quad (3)$$

где $B_{\max}$ – диаметр картонного барабана, $B_{\max} = 320$ мм; углы: $\gamma_1 = 10^\circ$, $\gamma_2 = 28^\circ$.

Расчет по формуле (3) дает длину рычага $R = 495$ мм; округляем длину до $R = 500$ мм.

Для привода рычажного ножа выбран гидроцилиндр ЦС-75: диаметр поршня – 75 мм, диаметр штока – 30 мм, ход штока – 200 мм. На рычаге выполнено отверстие на расстоянии 250 мм от оси шарнира для крепления вилки штока. Режущая часть лезвия изготовлена в виде клина с углом 18° . Кромка лезвия закруглена по радиусу 0,8 мм. Параметры лезвия определены по рекомендациям, изложенным в источнике [11, с. 49 – 50].

Обоснованные параметры рычажного ножа использованы при проектировании и изготовлении экспериментального образца (рисунок 4).

В составе экспериментального образца рычажного ножа имеется общая рама со столом 5 и стойками, на которых размещены шарниры 2 в качестве опоры для оси с рычагами 3. Концы рычагов 3 соединены с лезвием 4, по центру каждого рычага 3 посредством вилки и пальца шарнирно прикреплены штоки гидроцилиндров. В месте соприкосновения кромки лезвия с поверхность стола изготовлен паз, в который запрессована полоска технической резины. Благодаря этому обеспечивается полнота резки компонентов и упаковки.

1 – гидроцилиндр; 2 – шарнир; 3 – рычаг; 4 – лезвие; 5 – стол
Рисунок 4 – Рычажный нож для резки твердо-пластичных компонентов

Для управления работой гидроцилиндров задействован гидравлический стенд, изготовленный из элементов от гидравлических систем сельскохозяйственных машин (рисунок 5).

Рисунок 5 – Гидравлический стенд для привода рычажного ножа

Стенд состоит из тележки, насоса НШ-32, электродвигателя (7,5 кВт, 960 об/мин), масляного бака, золотникового распределителя. Гидроцилиндры ножа с помощью шлангов подключены к распределителю стенда. Из золотника распределителя удалены фиксирующие шарики для того, чтобы обеспечить быстрый возврат золотника в нейтральное положение и мгновенную остановку лезвия ножа при снятии нагрузки с управляющего рычага распределителя. Благодаря этому были исключены возможные причины травмирования оператора и повышена безопасность процесса резки твердо-пластичных компонентов вручную.

Испытания рычажного ножа подтвердили его работоспособность. Установлено, что при полном выходе штока из гидроцилиндра высота подъема режущей кромки лезвия над поверхностью стола составила $B_k = 380$ мм. В работе [10] методом математического моделирования получена формула для определения высоты подъема лезвия рычажного ножа:

$$B_{\text{K}} = k_{\text{II}} R \operatorname{arctg} \left(\frac{L_{\text{III}}}{r} \right), \quad (4)$$

где B_k – высота подъема лезвия над плоскостью стола, мм; $k_{\text{л}}$ – коэффициент подъема лезвия, град⁻¹; R – длина рычага от оси шарнира до кромки лезвия, мм; $L_{\text{ш}}$ – выход штока из гидроцилиндра, мм; r – расстояние от оси шарнира до оси пальца в вилке штока, мм.

Для определения численного значения коэффициента $k_{\text{л}}$ подъема лезвия ножа проведены измерения величины $L_{\text{ш}}$ выхода штока из гидроцилиндра и соответствующей высоты подъема лезвия режущей пластины над плоскостью стола. После обработки результатов измерений определен коэффициент подъема лезвия – $k_{\text{л}} = 0,0195 \text{ град}^{-1}$, который введен в формулу (4):

$$B_{\text{к}} = 0,0195R \arctg\left(\frac{L_{\text{ш}}}{r}\right). \quad (5)$$

Для сопоставления высоты подъема лезвия, исчисленной по формуле (5), с результатами выполненных измерений, построен график на рисунке 6. На графике, в виде точек нанесены данные измерений высоты подъема лезвия в зависимости от выхода штока из гидроцилиндра, а линией изображена зависимость, рассчитанная по формуле (5).

1 – результатам измерений высоты подъема лезвия; 2 – зависимость, рассчитанная по формуле (5)

Рисунок 6 – Подъем кромки лезвия $B_{\text{к}}$ над плоскостью стола в зависимости от выхода штока $L_{\text{ш}}$

Практическая совместимость результатов измерений и расчетов, представленных на рисунке 6, указывает на соответствие скорректированной зависимости (5), полученной путем математического моделирования, реальной кинематике перемещения лезвия рычажного ножа. При этом различия в измерениях и расчетах не превышают 1,5 %.

В ходе проведенных исследований оценивали силу резки на кромке лезвия при изменении давления насоса в гидравлическом стенде. При этом давление насоса корректировали регулировкой предохранительного клапана в распределителе стенда, а силу на кромке лезвия измеряли динамометром ДОСМ 3-5. Результаты выполненных опытов представлены на рисунке 7.

Опыты показали, что при давлении насоса 6,0 МПа сила резки составила 20 кН, при давлении 10 МПа сила резки – 37 кН. Мощность, потребляемая электродвигателем гидравлического стенда, составила 6,5 кВт при давлении насоса 10 МПа.

Рисунок 7 – Влияние давления насоса на силу резки рычажным ножом

Процесс резки присадки Эмульгин, упакованной в картонный барабан диаметром 32 см, посредством рычажного ножа показан на рисунке 8.

Рисунок 8 – Резка барабана с Эмульгином рычажным ножом

Присадку не нужно было освобождать от упаковки. Рычажный нож надежно резал картонный барабан вместе с присадкой на крупные куски. При этом в процессе разрезания барабан с присадкой оставался неподвижным на поверхности стола. Отрезанные куски диаметром 32 см и толщиной 10 – 12 см сбрасывались в контейнер, находящийся под столом. По окончании разрезания барабана, контейнер с крупными кусками присадки извлекли из-под стола, а под стол помещали второй контейнер для мелких кусков. Крупные куски присадки легко освобождались от остатков упаковки, укладывались на стол под лезвие ножа и резались на мелкие куски (8x8x10 – 12 см) при подъеме лезвия на 15 см. Мелкие куски накапливались во втором контейнере.

По результатам исследования определена удельная сила резания рычажного ножа, отнесенная к диаметру барабана (32 см) с Эмульгином. Ее величина составила 1,16 кН/см. Так как удельная силы резания натуральных каучуков составляет порядка 1,0 – 3,0 кН/см [8], то допустимо считать, что рычажный нож способен эффективно резать брикеты с такими компонентами, как битумно-каучуковая смесь или аэродромная мастика.

Процесс резания рычажным ножом брикета с битумом, размером 20 x 25 x 50 см, показан на рисунке 9. Длительность рабочего хода ножа составила 4 с, холостого хода – 6 с. Затраты времени на полный рабочий цикл резки (подъем и опускание лезвия) зависели от высоты разрезаемого куска компонента, и составляли, в среднем, 10 с. На технологичность процесса резки битума влияла его температура. При 8 – 15 °С битум был хрупким, от брикета откалывались крупные куски, а битум не прилипал к столу и лезвию ножа. При 20 – 25 °С размягченный битум прилипал к поверхности стола и лезвия, что ухудшало технологичность резки. Для того чтобы сделать процесс резки размягченного битума технологичным, поверхность стола и лезвия смазывали отработанным маслом. Благодаря смазыванию было исключено налипание битума на элементы рычажного ножа и облегчено его перемещение по столу.

Рисунок 9 – Работа гидравлического ножа при резке бухты битума

Проведенный хронометраж работы рычажного ножа показал, что на одну упаковку битума массой 25 кг потребовалось 15 мин времени для резки ее на куски массой 60-100 г. Таким образом, производительность рычажного ножа при резке битума составила 100 кг/ч, энергоемкость процесса резки: 0,02-0,03 кВт·ч/кг.

Установленные в ходе исследований технические показатели разработанного гидравлического ножа рычажного типа сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Техническая характеристика гидравлического ножа рычажного типа.

№	Наименование показателя	Значение показателя
1	Длина рычага	500 мм
2	Длина лезвия (полная/рабочая)	820/520 мм
3	Тип гидроцилиндра	ЦС-75
4	Ход штока гидроцилиндра	200 мм
5	Высота подъема лезвия	380 мм
6	Привод ножа	от гидростенда (7,5 кВт; 12 МПа)
7	Усилие резки	37 кН (при 10 МПа)
8	Длительность 1 цикла резки	до 10 с
9	Производительность резки	100 кг/ч
10	Энергоемкость процесса резки	0,02-0,03 кВт·ч/кг
11	Габаритные размеры	1170 x 820 x 1030 мм
12	Масса	107 кг

Выводы.

1. Исследовано влияние нагрузки на коэффициенты сцепления со сталью твердо-пластичных компонентов консервационных составов: битума, присадок Эмульгин и КО-СЖК. При увеличении нагрузки сцепление битума со сталью усиливается, а присадок – ослабляется. При смазывании стали отработанным маслом коэффициент сцепления битума снизился в 7 раз, и его величина стала сопоставимой с коэффициентом сцепления (0,5 – 0,6).

2. Для оснащения участков по децентрализованному производству консервационных составов разработан гидравлический нож рычажного типа. Рычажный нож предназначен для резки твердо-пластичных компонентов на куски, технология его изготовления соответствует технологическим возможностям ремонтных мастерских сельхозпредприятий.

3. Проведенные производственно-технологические исследования гидравлического ножа рычажного типа подтвердили его техническую и технологическую надежность, безопасность работы при резке твердо-пластичных компонентов. Установленные технические показатели рычажного ножа позволяют считать его конструкцию соответствующей технологии децентрализованного производства консервационных составов.

Список литературы

- ГОСТ 7751–2009. Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения. – М.: Изд-во стандартов. – 2011. – 19 с.
- Справочник фермера / Кузьмин В.Н., Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П. и др. – М.: Изд-во «Росинформагротех». – 2017. – 708 с.
- Properties of petroleum and synthetic oils as bases for anticorrosion materials / Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G., Tsygankova L.E. et al. // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 2019. – Vol. 55. – № 4. – Pp. 412-423.
- Петрашев А.И., Губашева А.М., Жазыкбаева Г.М. Исследование ингибированных мазутных составов на атмосферостойкость // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2019. – № 2. – С. 163 – 171.
- Петрашев А.И., Зазуля А.Н., Клепиков В.В. Доступный консервант для почвообрабатывающей техники // Сельский механизатор. – 2019. – № 2. – С. 36 – 37.
- Князева Л.Г., Шель Н.В., Прохоренков В.Д., Остриков В.В. Утилизация отработанных масел путем получения из них высокоэффективных консервационных материалов // Вестник ТГУ. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18. – № 5. – С. 2303 – 2306.
- Петрашев А.И., Клепиков В.В., Таха Ф.Д. Анализ технологического процесса малотоннажного производства консервационных материалов / В сборнике: Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства. XVIII

Международная научно-практическая конференция. – Тамбов: Издательство Першина Р.В. – 2015. – С. 179 – 181.

8. Устройство для приготовления защитных составов при консервации сельскохозяйственной техники / Е.Б. Миронов, Е.А. Лисунов, А.Е. Крупин, Е.М. Тарукин // Вестник Мордовского университета. – 2016. – Т. 26. – № 4. – С. 490 – 496.

9. Таха Ф.Д., Петрашев А.И. Обоснование конструкции гидравлического ножа для резки твердо-пластичных компонентов / В сборнике: Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства. XVIII Международная научно-практическая конференция. – Тамбов: Издательство Першина Р.В. – 2015. – С. 175 – 179.

10. Таха Ф.Ж.Т. Совершенствование оборудования и технологии консервации сельскохозяйственной техники ингибированными битумными составами: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве. – Тамбов. – 2017. – 183 с.

11. Оборудование и основы проектирования заводов резиновой промышленности: Учеб. пособие для вузов / Бекин Н.Г., Захаров Н.Д., Пеунков Г.К. и др. – Л.: Химия. – 1985. – 504 с.

References

1. ГОСТ 7751–2009. Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения. – М.: Изд-во стандартов. – 2011. – 19 с.

2. Справочник фермера / Кузьмин В.Н., Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П. и др. – М.: Изд-во «Росинформагротех». – 2017. – 708 с.

3. Properties of petroleum and synthetic oils as bases for anticorrosion materials / Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G., Tsygankova L.E. et al. // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 2019. – Vol. 55. – № 4. – Pp. 412-423.

4. Петрашев А.И., Губашева А.М., Жазыкбаева Г.М. Исследование ингибированных мазутных составов на атмосферостойкость // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2019. – № 2. – С. 163 – 171.

5. Петрашев А.И., Зазуля А.Н., Клепиков В.В. Доступный консервант для почвообрабатывающей техники // Сельский механизатор. – 2019. – № 2. – С. 36 – 37.

6. Князева Л.Г., Шель Н.В., Прохоренков В.Д., Остриков В.В. Утилизация отработанных масел путем получения из них высокоэффективных консервационных материалов // Вестник ТГУ. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18. – № 5. – С. 2303 – 2306.

7. Петрашев А.И., Клепиков В.В., Таха Ф.Д. Анализ технологического процесса малотоннажного производства консервационных материалов / В сборнике: Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства. XVIII Международная научно-практическая конференция. – Тамбов: Издательство Першина Р.В. – 2015. – С. 179 – 181.

8. Устройство для приготовления защитных составов при консервации сельскохозяйственной техники / Е.Б. Миронов, Е.А. Лисунов, А.Е. Крупин, Е.М. Тарукин // Вестник Мордовского университета. – 2016. – Т. 26. – № 4. – С. 490 – 496.

9. Таха Ф.Д., Петрашев А.И. Обоснование конструкции гидравлического ножа для резки твердо-пластичных компонентов / В сборнике: Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства. XVIII Международная научно-практическая конференция. – Тамбов: Издательство Першина Р.В. – 2015. – С. 175 – 179.

10. Таха Ф.Ж.Т. Совершенствование оборудования и технологии консервации сельскохозяйственной техники ингибированными битумными составами: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве. – Тамбов. – 2017. – 183 с.

11. Оборудование и основы проектирования заводов резиновой промышленности: Учеб. пособие для вузов / Бекин Н.Г., Захаров Н.Д., Пеунков Г.К. и др. – Л.: Химия. – 1985. – 504 с.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Петрашев Александр Иванович – доктор технических наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-

исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: vitin-10.pet@mail.ru.

Таха Фирас – доктор сельскохозяйственных машин и оборудования в Техническом колледже Аль-Муссаиба Технического университета «Аль-Фурат Аль-Авсат», Ирак, г. Вавилон, e-mail: engineer.firas@mail.ru.

Author credentials

Affiliations

Petrashchev Alexandr – Full Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: vitin-10.pet@mail.ru.

Firas Taha – Doctor of Agricultural Machinery and equipment at the Technical Collage of Al-Mussaib, “Al-Furat Al-Awsat” Technical University, Iraq, Babylon, e-mail: engineer.firas@mail.ru.

Поступила в редакцию (Received): 11.01.2021 Принята к публикации (Accepted): 12.02.2021

УДК 621.822.6.004.67: 668.3: 631.3.02

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-1-69-79

ЭЛАСТОМЕРНЫЙ НАНОКОМПОЗИТ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

¹Ли Роман Иннакентьевич

²Псарев Дмитрий Николаевич

³Киба Мария Романовна

¹ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

²ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»

³ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

Реферат. Восстановление изношенных корпусных деталей обеспечивает существенное снижение расхода денежных средств на ремонт автотракторной техники, уменьшение экологической нагрузки благодаря сокращению потребности в электрической энергии, металлах, меньшему загрязнению окружающей среды. В работе проанализированы недостатки большинства распространенных способов восстановления корпусных деталей. Предложено для этих целей использовать полимерные нанокompозиты, не требующие сложного технологического оборудования, больших затрат ремонтных материалов и электроэнергии, обеспечивающие повышение эффективности технологии восстановления и послеремонтного ресурса корпусных деталей и подшипниковых узлов, снижающие стоимость материала. Изучали влияние металлических наночастиц на теплофизические и механические свойства нанокompозита на основе эластомера Ф-40, наполненного наночастицами меди и алюминия. Установлено, что наночастицы меди, благодаря высокой энергии ионизации, образуют прочные хемосорбционные связи с макромолекулами каучука СКН-40, которые обеспечивают стабилизирующий эффект при термической деструкции и повышают термостойкость эластомера. Наполнение эластомера Ф-40 наночастицами меди и алюминия повышает модуль упругости, прочность и долговечность выносливость материала. Ввод металлических наночастиц в полимерную матрицу, приводит к образованию сетчатых образований с наночастицами в полимерных цепях. Наполнение эластомера Ф-40 наночастицами меди и алюминия повышает теплостойкость и теплопроводность нанокompозита и значительно увеличивает теплоотвод от деталей восстановленного подшипникового узла. Температура деталей подшипникового узла, с посадкой, восстановленной нанокompозитом эластомера Ф-40, ниже до 16 °С, в сравнении с ненаполненным материалом. Новым эластомерным нанокompозитом рекомендуется восстанавливать корпусные детали автотракторной техники с диаметральной износом посадочных отверстий под подшипники до 0,25 мм.

Ключевые слова: эластомер, нанокompозит, теплофизические и механические свойства, корпусная деталь, восстановление.