

9. Минигадымов, Н. С. Утилизация и обезвреживание нефтесодержащих отходов [Текст] / Н. С. Минигадымов, В. А. Расветалов, Х. Н. Зайнуллин. — Уфа: Экология, 1999. — 300 с.
10. Хлесткин, Р. Н. Разработка сорбционных средств сбора и утилизации нефти и нефтепродуктов, разлитых на поверхности воды и почвы [Текст]: сб. науч. тр. / Р. Н. Хлесткин, Н. А. Самойлов, С. П. Лебедич и др. // Проблемы, способы и средства защиты окружающей среды от загрязнения нефтью и нефтепродуктами. — М.: ВИМИ, 1999. — С. 117–121.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

Обосновано целесообразность очистки нефтесодержащих вод сельскохозяйственных угодий путем вторичного эмульгирования. Разработано лабораторную установку и методику исследований очистки нефтесодержащих вод. По результатам экспериментальных исследований установлено оптимальные конструктивно-режимные параметры установки для очистки нефтесодержащих вод. Определена зависимость эффекта очистки сточных вод от скорости фильтрации в углеводородном слое в присутствии гранулированных твердофазных материалов на границе раздела нефти и воды.

Ключевые слова: нефтесодержащая вода, коалесценция, фильтрат, окисление, кинетическая реакция, электрическое поле, силовые линии, скорость фильтрации.

Прасолов Євген Якович, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності, Полтавська державна аграрна академія, Україна, e-mail: belovol_sa@mail.ru.
Ломига Артур Юрійович, факультет нафти, газу та природокоористування, Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка, Україна, e-mail: belovol_sa@mail.ru.

Прасолов Евгений Яковлевич, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности, Полтавская государственная аграрная академия, Украина.

Ломыга Артур Юрьевич, факультет нефти, газа и природопользования, Полтавский национальный технический университет им. Ю. Кондратюка, Украина.

Prasolov Yevgeniy, Poltava State Agrarian Academy, Ukraine, e-mail: belovol_sa@mail.ru.

Lomyga Artur, Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuk, Ukraine, e-mail: belovol_sa@mail.ru

УДК 614.846.5

DOI: 10.15587/2312-8372.2014.28073

**Прасолов Є. Я.,
Семененко Р. С.**

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ШЕСТЕРНИХ НАСОСІВ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ТЕХНІЦІ

Проведений аналіз науково-технічних джерел та патентної інформації з питань забезпечення довговічності і працездатності трибоспрязень шестерного насосу НШ 32-У насосної гідросистеми. Вибрано оптимальний склад змащувально-охолоджуючої рідини з антифрикційними присадками для відновлення втулок шестерних насосів. Дослідженнями встановлено, що підвищення ефективності трибоспрязень насосів відбувається за рахунок антифрикційних присадок. За результатами експериментів визначена оптимальна структура основ для присадок.

Ключові слова: *змащувально-охолоджуюча рідина, антифрикційні присадки, деталі тертя, довговічність, гідросистема, трибоспрязення.*

1. Вступ

Одним із важливих напрямків розвитку народного господарства є підвищення ефективності роботи мобільної сільськогосподарської техніки шляхом впровадження перспективних технологічних процесів при ремонті деталей сільськогосподарських машин.

Підвищення довговічності машин та механізмів за рахунок зниження тертя зносу набуває актуального значення. При вирішенні цього питання повинні враховуватися і трибо логічні явища, котрі проявляються в машинах при виконанні сільськогосподарських робіт. Витрати коштів від тертя і зношування деталей машин в розвинених державах досягають 4..5 % національного доходу [1].

Відомо, що зношування деталей та вузлів тертя регламентує ресурс машини в цілому. Одним із перспективних і актуальних напрямків по створенню зносостійких робочих поверхонь деталей є використання антифрикційних добавок в змащувально-охолоджуючій рідині.

Відмічені обставини показують практичний інтерес та актуальність розробки і використання методів і способів покращення фізико-механічних і трибологічних властивостей деталей.

2. Постановка проблеми

На сучасному етапі трибологічні дослідження надійності, експлуатації та зносостійкості технічних засобів мають велике економічне значення. Підвищення довговічності і надійності машин і механізмів нерозривно пов'язана з якістю мастильних матеріалів [2]. У цьому разі зменшення зношування пар тертя підвищенням якості мастильного матеріалу і зниженням утворення шкідливих відкладень, пов'язаних з термоокислювальною дією та шляхом модифікування металевих поверхонь хімічними сполуками, що вводяться у мастильне середовище [2, 3]. Їх ефективність зумовлена здатністю присадок або продуктів їх термічного розпаду до хімічної взаємодії з основним

металом і утворенням при цьому модифікованого шару, що має низький опір зрушенню і захищає тим самим основний метал від зносу. Саме тому, актуально підвищити ефективність використання сільськогосподарської техніки за рахунок використання антифрикційних добавок в змащувально-охолоджуючу рідину.

3. Аналіз літературних даних

Аналіз літературних джерел і публікацій свідчить про те, що однією із основних умов збільшення обсягів робіт виконаних мобільною сільськогосподарською технікою є підвищення їх надійності. Цьому питанню приділяли увагу вітчизняні та зарубіжні вчені: Д. П. Батішев [2], Е. Д. Браун, Н. А. Буше, І. А. Буяновський [4], Ю. Д. Пашин, П. А. Губанов, А. М. Ігнат'єв, М. О. Орлов [3], С. Hardy, С. N. Baronet, J. V. Tordion [5], Н. Б. Демкін [6], К. L. Johnson [7], R. Stribek [8]. Наука про підвищення надійності машин базується на теоретичних і прикладних розробках в області трибології, виконані вченими І. В. Крагельським, Д. М. Гаркуновим, Г. В. Виноградовим, А. В. Чичинадзе та інші [1–3].

З літературних джерел були отримані дані, які надають змогу проаналізувати надійність роботи енергетичного засобу спостерігається, що найменше напрацювання на відмову трактора, під час його експлуатації має гідросистема [9, 10].

Завдяки динамічним якостям гідравлічний насос типу НШ 32-У на порядок перевищує електродвигуни, що є однією із основних характеристик гідросистеми. Тому, переваги полягають у надійності гідросистеми трактора. Слід відмітити, що при низьких температурах порушуються посадки, збільшується в'язкість робочої рідини гідросистеми. Також, відбувається замерзання конденсату, погіршуються властивості гумотехнічних виробів, спостерігається пошкодження металевих трубопроводів через недостатню їх холодостійкість. Очевидно, що під час експлуатації, деталі та вузли трактора піддаються зношуванню. Основною причиною цього фактору є явище тертя, котре призводить до зносу деталей та погіршення функціональних показників вузлів шестеренного насосу в цілому [11–13].

Із літературних джерел встановлено, перспективним є метод відновлення тиском-пластичною деформацією деталей шестеренного насосу. Існуючі змащувально-охолоджуючі рідини не дозволяють отримати внутрішню поверхню тертя втулки після обробки прошивкою з потрібним якісним модифікованим шаром меншої шорсткості. Запропонована технологія комбінованої прошивки найбільш ефективна для відновлення отворів втулки. Крім того, нині недостатньо описаний вплив присадок в змащувально-охолоджуючих рідинах обробленої поверхні після прошивки.

4. Мета і задачі дослідження

Метою статті є проведення досліджень роботи шестерних насосів для підвищення довговічності гідросистеми мобільної сільськогосподарської техніки шляхом додавання антифрикційних присадок в змащувально-охолоджуючу рідину.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

1) визначити фактори, що впливають на ефективне використання шестерних насосів;

2) провести трибологічні дослідження зразків оброблених прошивкою та з використанням антифрикційних присадок змащувально-охолоджуючій рідині.

5. Методика дослідження процесу виготовлення зразків для визначення триботехнічних властивостей

За розробленою методикою лабораторних досліджень зразків на зносостійкість проводили на машині тертя СМЦ-2. Випробування виконували на тертя ковзання пари: зразок-колодка і контрольний зразок-ролик. Роликом слугувала цапфа шестерні насосу, яка підготовлена згідно із технологічними умовами на дану деталь, а колодка вирізалась із нових і відновлених втулок насосу із бронзи ОСЦ-5.

За основу змащувально-охолоджуючої рідини взято гідравлічне мінеральне масло МГ 22-А, що широко використовується в сільськогосподарській техніці. Висновки санітарно-гігієнічної експертизи свідчать, що масло відноситься до безпечних речовин. Оцінка токсичних властивостей антифрикційних добавок проводилась згідно із «Методичними рекомендаціями по гігієнічній оцінці нових пестицидів» (Київ, 1989). Встановлено, що антифрикційні добавки мають низьку токсичність (ЛД 50 = 4075 мг/кг) і місцевої подразнюючої дії не виявлено. По результатам аналізів складаємо висновок, що антифрикційні добавки безпечні для здоров'я людини і при використанні не потребують спеціальних захисних засобів.

Поверхня тертя колодок попередньо оброблялась комбінованою прошивкою: спершу використовувалось чисте масло МГ 22-А, а для решти зразків мало з присадками. Потім визначали шорсткість кожного зразка профілографом і структуру мікротвердоміром з використанням мікроскопа необхідної точності, згідно із рекомендаціями. Далі, за допомогою спеціального тримача кріпили колодку. Навантаження в контакт зразків створювали гвинтовим пристроєм. Під час досліджень створювалась на різних режимах навантаження від 200 до 2000 Н, частога обертання ролика була постійною і становила 500 хв⁻¹. Контактний тиск в парі складав 6,0 МПа при навантаженні 1000 Н і площею контакту 2 см².

6. Результати досліджень процесу відновлення втулок насосу

Пропонується покращена технологія відновлення насосів НШ 32-У за рахунок використання комбінованої прошивки з добавкою антифрикційних присадок в змащувально-охолоджуючу рідину (ЗОР). Втулка разом із сердечником, головним пуансоном і вкладишем встановлюють в матрицю штампа. Зі сторони хвостовика на посадочну шийку сердечника встановлюється малий пуансон, а зі сторони робочого торця пресують, через пуансон на гідравлічному пресі при тиску 15,0...15,5 МН/м². Далі штамп встановлюють пуансоном до опорної плити і через пуансон пресують втулку зі сторони хвостовика штовхачем, впресовують із втулки сердечник і пуансон. Отвір у втулці обробляють комбінованою прошивкою з використанням змащувально-охолоджуючої рідини МГ 22-А з добавкою присадки MoS₂ (10 %) і C₁₇H₃₃COOH (1 %). Далі втулку разом з вкладишем впресовують із матриці оправкою і піддають механічній обробці.

Сутність процесу: прошивка проштовхується з натягом скрізь оброблений отвір, діаметр отвору збільшується з підвищеною точністю форми і розмірів, а поверхневі шари металу при взаємодії з інструментом зміцнюються. Під час прошивання проходить пластична деформація лише поверхневих шарів. Деформація кристалів максимальна близько до поверхні і, поступово зменшується із збільшенням глибини до повного згасання.

Стан поверхні робочого інструменту є основним фактором, який впливає на величину зовнішнього тертя, та на значення зусилля необхідних для пересування. Тоді, поверхні штампа слід обробляти до 10...11 класів шорсткості.

Зовнішнє тертя при обробці металу тиском також збільшує потрібне зусилля і роботу формування, скорочує термін служби робочого інструменту, викликає неоднорідність деформації і напруження, впливає на структуру і властивості деформованого металу. Змазка також впливає на зусилля, яке необхідне для випресування втулки із матриці, що позитивно впливає на точність отвору втулки. Було розглянуто, в якій мірі запропонована технологія відновлення втулок задовольняє нормативними вимогам стандарту, для чого проведено дослідження макро і мікрогеометрію відновленого отвору. Шорсткість поверхонь тертя визначалась на профілометри і встановлено, що по довжині отвору втулки обробленої комбінованою прошивкою з використанням ЗОР — масло МГ 22А і запропоновано ЗОР — масло МГ 22А з антифрикційним присадками мають відповідно 10 і 11 класи шорсткості. Запропонована ЗОР забезпечує достатньо високу якість поверхневого шару і мікроструктура характеризується дрібними, рівномірно розміщеними порами, які сприятимуть подальшій експлуатації деталі.

Аналіз поверхонь після прошивання показує, що в нерівномірностей немає загострених вершин, чим створюються кращі умови для утворення між поверхнями тертя деталей суцільну масляну плівку під час експлуатації. Для визначення структурних змін бронзи в поверхневому шарі втулок виготовлений шліфи, які протравлювались 1,5 % розчином аміаку. Аналіз мікрошліфів показав, що структура поверхневого шару втулки після обробки комбінованою прошивкою з використанням ЗОР з антифрикційними присадками ущільнена, складові рівномірно розміщені, і за рахунок поверхневої дифузії частинок присадки ущільнений поверхневий шар має кращі умови для прироблення. Тверді структурні складові, які забезпечують роботу на стирання і мають кращі антифрикційні властивості, розміщуються ближче до поверхні тертя під ущільненим шаром.

Встановлено, що шорсткість поверхні після прошивання знаходиться в безпосередній залежності від натягу, шорсткості вихідної поверхні, геометрії робочого елемента і мастила. Шорсткість поверхні покращується із збільшенням натягу, але до оптимальної величини. Шорсткість поверхні після прошивки залежить від шорсткості до прошивання, що пов'язано з деформацією поверхневих нерівностей.

Мастило зменшує адгезію схоплювання металу інструменту і заготовки, зменшується сила тертя і полегшується та підвищується зносостійкість внутрішніх поверхонь втулки під час прироблення.

Прослідковується, що момент тертя під час досліджень зразків змінювався неоднаково і відрізнявся по величині і часу стабілізації. Інтенсивне зменшення моменту тертя є відмічається при використанні ЗОР з антифрикційною присадкою, що пов'язано зі зменшен-

ням мікронерівностей на поверхні зразків і інтенсивним формуванням мікрогеометрії поверхні. Присадка зменшує адгезій не схоплювання інструмента і заготовки та полегшується деформування оброблюваного металу.

Аналіз результатів досліджень впливу присадок, зокрема механізму дії дисульфіда молібдена, встановлено, що фрагменти присадок утворюють адсорбційні шари на поверхні тертя, або міцні хімічні з'єднання з нею. В обох випадках присадки забезпечують зниження зносу і коефіцієнту тертя.

Під час досліджень на зношування вимірювали температуру. Із графічної залежності (рис. 1) видно, що міна температури прослідковується протягом всього періоду дослідження. Спочатку проходить активна взаємодія мікронерівностей поверхонь тертя і температура підвищується. По мірі формування модифікованого шару на поверхні тертя та покращення характеристик поверхні тертя, зменшувались втрати на тертя і температуру масла.

Далі визначались протизадирні властивості по навантажуванні схоплювання зразків тертя, результати яких приведені на рис. 2.

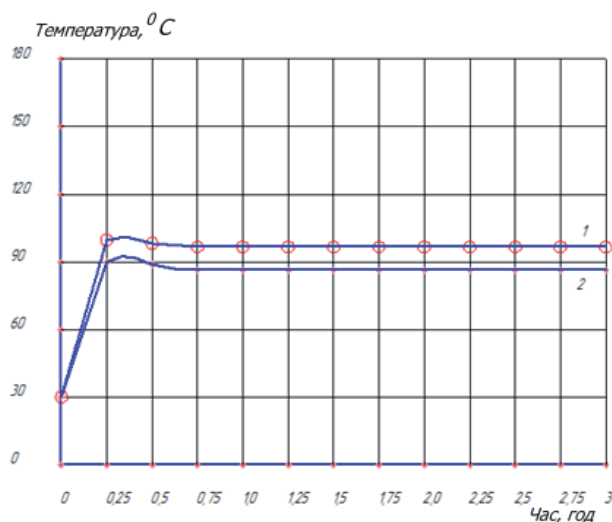


Рис. 1. Залежність температури від часу досліджень зразка на зносостійкість: 1 — на основі ЗОР — Масло МГ 22-А; 2 — на основі ЗОР — масло МГ 22-А + MoS_2 (10 %) і $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ (1 %)

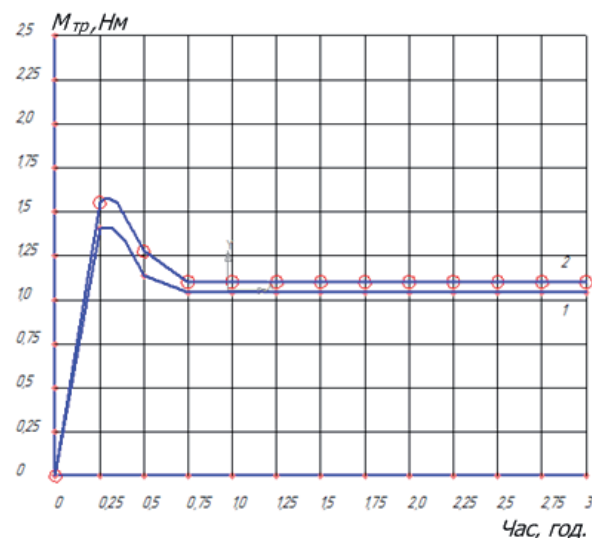


Рис. 2. Залежність моменту тертя зразків від часу випробувань на зносостійкість: 1 — на основі ЗОР — Масло МГ 22-А; 2 — на основі ЗОР — масло МГ 22-А + MoS_2 (10 %) і $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ (1 %)

Під час досліджень зразки навантажувались ступінчасто починаючи, з 200 Н до навантаження, при якому проходило схоплювання і задир поверхні тертя. Результати досліджень представлені на рис. 3.

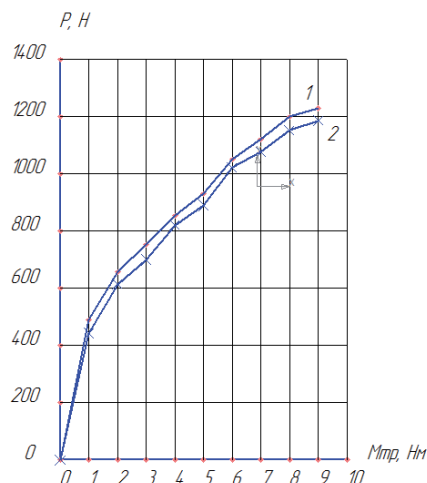


Рис. 3. Залежність зміни моменту тертя при дослідженні на схоплювання пари деталей: 1 — на основі ЗОР — масло МГ 22-А; 2 — на основі ЗОР — масло МГ 22-А + MoS_2 (10 %) і $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ (1 %)

7. Обговорення результатів досліджень роботи шестерних насосів по підвищенню довговічності гідросистем тракторів

Результати досліджень підтвердили переваги зразків оброблених комбінованою прошивкою ЗОР з присадкою. Збільшення навантаження схоплювання і продовжити час роботи трибо спряження. Це важливо в реальних умовах експлуатації, коли під час раптових перевантажень пара тертя зберігає працездатність протягом тривалого періоду часу.

Таким чином, порівняльні дослідження на машині тертя показали покращення трибо технічних властивостей досліджуваних зразків, які були оброблені прошивкою з використанням базової ЗОР і добавкою антифрикційної присадки. Встановлено, що введення присадок дозволить зменшити момент тертя на 25 %, зносостійкість покращується, збільшується навантаження схоплювання в 1,43 рази та прискорення припрацювання в 1,25...1,47 рази.

8. Висновки

Згідно поставленої мети досліджень встановлено наступне:

1. Порівняльні дослідження на машині тертя показали покращення триботехнічних властивостей досліджуваних зразків, які були оброблені прошивкою з використанням змащувально-охолоджуючої рідини з добавкою антифрикційної присадки. Встановлено, що використання присадок веде до зниження моменту тертя на 25 % і підвищення зносостійкості на 31,7 %, збільшення навантаження на 23...28 %, прискорення процесу припрацювання в 1,25...1,4 рази.

2. Запропонований спосіб відновлення втулок прошиванням із використанням антифрикційних присадок в ЗОР дозволив підвищити ресурс насоса НШ 32-У на 18...35 %. Візуально встановлено відсутність задирів

і подряпин на деталях. Точність і шорсткість відновленого отвору відповідають технічним умовам.

3. Обґрунтована і покращена технологія, яка дозволяє якісно і економічно відновлювати втулки насосів НШ 32-У за рахунок використання комбінованої прошивки і додавання антифрикційних присадок в ЗОР.

4. Розроблена ЗОР з урахуванням факторів, які впливають на шорсткість поверхні оброблюваної втулки, а також підвищувати зносостійкість втулки в період підготовки поверхні виробу.

Література

- Гаркунов, Д. Н. Триботехника (износ и безызносность) [Текст] : уч. / Д. Н. Гаркунов; 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство МСХА, 2001. — 616 с.
- Батышев, Д. П. Повышение долговечности шестеренчатых насосов высокого давления применением антифрикционных присадок в смазочно-охлаждающих жидкостях при восстановлении втулок [Текст] : автор. дис. ... канд. Наук / Д. П. Батышев. — Саратов, 2006. — 21 с.
- Пашин, Ю. Д. Восстановление корпусов и втулок насосов НШ способом давления [Текст] : сб. науч. тр. / Ю. Д. Пашин, П. А. Губанов, Л. М. Игнатъев, М. О. Орлов // Рационализаторы — сельскохозяйственному производству. — Саратов, Приволжск. кн. изд., 1966. — 214 с.
- Браун, Э. Д. Основы трибологии (трение, износ, смазка) [Текст] : уч. для тех. ВУЗов / Э. Д. Браун, Н. А. Буше, И. А. Буяновский; под ред. А. В. Чичинадзе. — М.: Центр «Наука и техника», 1995. — 778 с.
- Hardy, C. Elastoplastic indetatic of a half-space by a rigid sphere [Text] / C. Hardy, C. N. Baronet, J. V. Tordion. — J. Numerical methods in Eng. — 1971. — Vol. 3. — P. 451.
- Demkin, N. B. Plastic contact under high normal pressure [Text] / N. B. Demkin, V. V. Izmailov // Wear. — 1975. — Vol. 31, Issue 2. — P. 391–402. doi: 10.1016/0043-1648(75)90172-6.
- Johnson, K. L. Contact mechanics [Text] / K. L. Johnson // Cambridge. — New York, New Rochel, Melburne, Sydney, 1987. — 468 p.
- Stribek, R. Die wesentlichen Eigenschaften ver Greit und Rollinglager VDJ-Zeitschrift [Text] / R. Stribek, 1992. — P. 46.
- Северный, А. Э. Модернизация сельскохозяйственных машин, находящихся в эксплуатации [Текст] / А. Э. Северный, Л. М. Пильщиков, В. И. Федан. — М.: ГОСНИТИ, 2000. — 71 с.
- Ермолов, Л. С. Основы надежности сельскохозяйственной техники [Текст] / Л. С. Ермолов, В. М. Кряжков, В. Е. Черкун. — М.: Колос, 1982. — 271 с.
- Кряжков, В. М. Надежность и качество сельскохозяйственной техники [Текст] / В. М. Кряжков. — М.: Агропромиздат, 1989. — 335 с.
- Матвиевский, Р. М. Смазочные материалы: Антифрикционные и противоизносные свойства. Методы испытаний [Текст] / Р. М. Матвиевский, В. Л. Лахши, И. А. Буяновский. — М.: Машиностроение, 1989. — 224 с.
- Гребешок, М. Н. Повышение эффективности приработки двигателей путем применения металлорганических соединений [Текст]: сб. статей / М. Н. Гребешок, В. В. Терегера; под ред. Д. Н. Гаркунова. — Долговечность трущихся деталей машин, 1990. — Т. 4. — С. 97–105.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ШЕСТЕРЕНЧАТЫХ НАСОСОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ

Проведен анализ научно-технических источников и патентной информации по вопросам обеспечения долговечности и работоспособности трибосопряжений шестеренчатого насоса НШ 32-У насосной гидросистемы. Выбран оптимальный состав смазочно-охлаждающей жидкости с антифрикционными присадками для восстановления втулок шестеренчатых насосов. Исследованиями установлено, что повышение эффективности трибосопряжений насосов происходит за счет антифрикционных присадок. По результатам экспериментов определена оптимальная структура основ для присадок.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающая жидкость, антифрикционные присадки, детали трения, долговечность, гидросистема, трибосопряжения.

Прасолов Євген Якович, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності, Полтавська державна аграрна академія, Україна, e-mail: belovol_sa@mail.ru.
Семененко Роман Сергійович, кафедра безпеки життєдіяльності, Полтавська державна аграрна академія, Україна, e-mail: belovol_sa@mail.ru.

Прасолов Евгений Яковлевич, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности, Полтавская государственная аграрная академия, Украина.
Семененко Роман Сергеевич, кафедра безопасности жизнедеятельности, Полтавская государственная аграрная академия, Украина.

Prasolov Yevgeniy, Poltava State Agrarian Academy, Ukraine, e-mail: belovol_sa@mail.ru.
Semenenko Roman, Poltava State Agrarian Academy, Ukraine, e-mail: belovol_sa@mail.ru

УДК 004.01:519.8

DOI: 10.15587/2312-8372.2014.28067

Несторенко А. В.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИСТИКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ БАЗОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Исследованы причины низкой эффективности основных моделей складской логистики. Проанализировано построение моделей управления запасами с компенсируемым и некомпенсируемым дефицитом. Доказано, что при базовых допущениях допускать некомпенсируемый дефицит экономически неэффективно. Построены уточненные математические модели с компенсируемым дефицитом. Определены условия их применения при различных вариантах базовой информации.

Ключевые слова: информационная система, логистика, математические модели, компенсируемый и некомпенсируемый дефицит, оптимизация.

1. Введение

Логистические процессы промышленных предприятий имеют сложную, нелинейную структуру, которая образуется под воздействием множества факторов внутренней и внешней среды. Для ее описания требуется значительное количество параметров и большой массив информации. Поэтому для эффективной логистики требуется создание эффективной информационной системы, основанной на принятии оптимальных управленческих решений при различных вариантах базовой информации. Согласно К. Эрроу, «экономика настолько сложна, что без математики, упрощающей реальный мир, ее понять невозможно» [1]. Для эффективного функционирования информационной системы логистики, зачастую, недостаточно применения интуитивных методов принятия решений. Поэтому, возникает необходимость использования математических моделей. Одними из основных методов принятия решений в информационной системе складской логистики являются оптимизационные модели управления запасами [2] с применением информационных технологий их поддержки [3]. Но на практике они используются достаточно редко в связи с их низкой адекватностью реальным логистическим процессам [4–6].

Следовательно, построение математических моделей управления запасами с высокой степенью адекватности при различных вариантах базовой информации является актуальной проблемой при создании эффективной

информационной системы логистики промышленного предприятия.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

В своей работе «A Scientific Routine for Stock Control» (1934) Р. Вильсон определил связь между материальными и финансовыми потоками складской логистики, в результате чего и была создана оптимизационная математическая модель управления запасами без дефицита или модель EOQ (англ. the basic economic order quantity model) [7]. За прошедшее время на основе модели Вильсона был создан комплекс моделей управления запасами для различных вариантов функционирования логистических процессов. По оценке Д. Тектова на 2003 год, «собрано 336 моделей на предмет их классификации» [8]. Но, по мнению А. Стерлиговой, «можно утверждать, что рассматриваемый инструментарий (в т. ч. все модификации формулы Вильсона) имеет негативную репутацию среди специалистов. Его считают чисто теоретическим, неприемлемым для практики» [5, 6].

Одним из основных обстоятельств такого отношения к моделям управления запасами А. Стерлигова считает тот факт, что «результат расчета имеет существенное отклонение от принятых на практике партий заказов» [5, 6]. Следовательно, необходимо определить и устранить причины низкой адекватности математических моделей управления запасами.