

8. Государственный стандарт республики Беларусь СТБ ISO 5707/ ПР\_1 Установки доильные. Конструкция и рабочие характеристики. Электронный ресурс [[http://www.tnpa.by/tnpa/TnpaFiles/pdf/STB\\_ISO\\_5707.pdf](http://www.tnpa.by/tnpa/TnpaFiles/pdf/STB_ISO_5707.pdf)]
9. Патент на корисну модель № 46575 від 25.12.2009 року «Удосконалений доїльний апарат».

**V. Rublev, E. Deviatko**

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

#### **Analysis of the structures of individual milking machines to meet the requirements of milk production**

Considered set of requirements for individual construction milking according to international standards to ensure milk quality at the global level, which was based on the analysis of the standard ISO 5707:2007 and ISO 6690:2007.

It is possible by using a systematic approach to consider the individual components of the milking machines and create a flowchart. On the basis of which it was found that transport milk is in the system milking machine. It was therefore examined the interaction of the components of the reduced system of individual milking machines and their impact on the quality of milk.

This analysis allowed to be determined with the the least protected stage in the line of transporting, and by direction of improvement of the technical providing and improvement of quality of milk in the conditions of technologies of milking the personal peasant and farmer economies. Based on patent information retrieval have been confirmed are listed priority areas of work and design.

Improvements are taken to the improvement of receipt of quality of milk at his transporting in accordance with world requirements. A maintainance of the maximally close bacterial state of milk is on an output from a cattle.

Designed and tested device of improved design for individual milking machines.

**individual milking machines, design, improvement, device, technology, milk, transportation, process**

Одержано 12.09.13

**УДК 621.664**

**В.В. Русских, докторант, канд. техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет*

## **Дослідження складу забруднень робочої рідини гідросистем дорожньо-будівельних машин, тракторів та автомобілів**

В статті розглянуті переваги і недоліки об'ємного гідроприводу перед електричним приводом та механічними передачами, а також переваги та недоліки шестеренних насосів. Визначено, що основним видом зношення деталей шестеренного насосу є абразивне зношення. Наведено, що основна причина виходу з ладу шестеренних насосів є забруднення робочої рідини. Визначено фактичний вміст механічних домішок в робочій рідині гідросистем машин та якісна оцінка забруднень.

**гідропривід, шестеренний насос, зношування, робоча рідина, забруднення**

**В.В. Русских**

*Кировоградский национальный технический университет*

**Исследования состава загрязнений рабочей жидкости гидросистем дорожно-строительных машин, тракторов и автомобилей**

В статті розглянуті переваги та недоліки об'ємного гідроприводу, а також переваги та недоліки шестеренних насосів. Встановлено, що основним видом изнашивания деталей шестеренних насосів є абразивне изнашивание, а основною причиною виходу їх з ладу – забруднення робочої рідини. Виконано аналіз забруднень та ознак їх утворення та проникнення в гідросистему машин. Визначено фактичне вміст механічних домішок в робочій рідині гідросистем. Виконано якісну оцінку забруднень.

**гідропривод, шестеренний насос, изнашивание, робочая жидкость, загрязнения, абразивные частицы, класс чистоты**

**Постановка проблеми.** Широке застосування об'ємного гідроприводу обумовлено рядом перевагами перед [1-8]:

- гідропривід забезпечує передачу великої потужності при високому (до 1000) коефіцієнту підсилення, з малим числом каскадів підсилення і при незначних розмірах і масі гідравлічних машин;

- конструкція гідроприводу дає можливість отримати невеликі, стійкі швидкості руху кінцевих ланок гідропередачі, при цьому діапазон безступінчатого регулювання може досягати для обертального руху від 0,1 до 50000 об/хв і для поступального – від 3 мм/хв до 90 м/хв.

- завдяки добрим динамічним властивостям об'ємний гідропривід має незначну інерційність, що забезпечує швидкодію, високу точність керування і можливість легкого реверсування;

- малий момент інерції забезпечує добрий розгін гідромоторів;

- конструкція гідроприводу забезпечує простоту перетворення одного виду руху в інший (обертальний в зворотно-поступовий і зворотньо-поворотний);

- об'ємні гідродвигуни мають стабільність швидкості руху кінцевих ланок при зміні величини і знака навантаження;

- конструкція гідроприводів дозволяє автоматично змінювати режими його роботи і забезпечують захист обладнання від неприпустимих навантажень;

- деталі і елементи гідроприводу працюють в добрих умовах навантаження, що забезпечує довговічність і надійність роботи машин.

Поряд з відміченими перевагами гідроприводу притаманні і недоліки [1-8]:

- порівняно невисокий ККД гідроприводу і великі втрати енергії при її передачі на великі відстані;

- залежність характеристик гідроприводу від умов експлуатації (температура, тиск);

- чутливість до забруднення робочої рідини і необхідність достатньо високої культури обслуговування;

- підвищені вимоги до точності виготовлення окремих пристроїв і промислової чистоті технологічних процесів, що збільшує вартість гідроприводу і ускладнює конструкцію;

- наявність об'ємних втрат, які знижують ККД приводу, викликають нерівномірність руху вихідної ланки гідропередачі, ускладнюють досягнення стійкої швидкості руху робочого органу при малих витратах;

- відносна складність монтажу і ремонту в умовах експлуатації.

Основним агрегатом в системі гідроприводу є насос. В гідроприводах застосовують роторно-обертальні і роторно-поступальні насоси, які по виду робочих органів розділяють на шестеренні, гвинтові, шибєрні (пластинчаті) і поршневі [1-8].

Шестеренні насоси із зовнішнім зачепленням отримали широке розповсюдження в гідроприводах, так як вони прості у виготовленні і надійні в експлуатації. Ці насоси випускаються для гідросистем як з високими тисками (до 15...30 МПа), так і з більш низькими (1...10 МПа). Частоти обертання більшості шестеренних насосів із зовнішнім зачепленням знаходяться в діапазоні

1000...2500 об/хв. Повні ККД цих насосів звичайно складають 0,75...0,85, а об'ємні ККД - 0,85...0,95. [1-8]

Переваги шестеренних насосів - простота і відносна їх дешевизна, компактність конструкції, достатньо високий ККД, що досягає 90%, нежорсткі вимоги до очищення робочої рідини (насоси працездатні при тонкості фільтрації не гірше 100 мкм) і можливість роботи в широкому діапазоні густини робочої рідини [1, 5].

Недоліками шестеренних насосів є наступні фактори [1, 5]:

- подача в гідросистему пульсуючого потоку робочої рідини, який приводить до коливань тиску, підвищеному шуму в роботі і нерівномірності швидкості руху виконавчих органів;

- на опори валів діють постійні по напрямку радіальні сили, які викликають підвищений знос і знижують довговічність.

Являючись важко навантаженими агрегатами, що пов'язано з дією таких факторів, як циклічні механічні навантаження, висока запиленість навколишнього середовища, знакозмінні температурні режими тощо, шестеренні насоси мають обмежений ресурс, який складає 45...50% від встановленого [9].

Зношування деталей шестеренних насосів є основною причиною зниження його функціональних параметрів і ресурсу, з чим пов'язано 67...75% відмов насосів [9]. Основними причинами підвищення інтенсивності зношування слід вважати погіршення умов тертя – проникнення абразивних часток в зону контакту деталей, послаблення захисних властивостей змазки, зміна зазорів спряження, обумовлених зміною температури робочої рідини [10-12].

Основним видом зношування в шестеренному насосі є абразивне зношування. В якості частинок, що руйнують поверхні деталей шестеренних насосів, виступають: нерухомо закріплені тверді зерна в поверхні деталей з невисокою твердістю (шаржування поверхні) і вільні частинки, що втягуються в потік робочою рідиною. Слід відмітити, що поверхні деталей насосів також підлягають кавітаційному зношуванню. Але даний вид зношування в шестеренних насосах недостатньо вивчений [10-12].

При умові, що абразивні частинки входять в контакт з поверхнею деталі по дотичній, вони пружно деформують метал, залишаючись цілими або руйнуючись; в залежності від структури абразивного матеріалу і середовища зерна можуть втискатися в це середовище, повернутися або навіть вийти з зони контакту. Абразивна частинка втискається в метал деталі, якщо вона має більшу твердість ніж металеве зерно і міцність, достатню для сприйняття навантаження, необхідного для втискання в метал, і якщо її достатньо підтримує основа. Частинка, що впроваджується, при русі відносно поверхні може продряпати ризик або зрізати мікроскопічну стружку [12-16].

По шляху дряпання вільна частинка може повернутися і припинити витискання матеріалу; вона може дійти до твердої структурної складової сплаву, «перешагнути» через неї і знову почати дряпання. Її виступ може вирвати тверду складову, обломитися, частинка може роздробитися. Дно канавки, яка утворюється при дряпанні, наклепується. Коли вся поверхня наклепається, опір впровадженню підвищиться. Якщо впровадження повністю не виключається, то після багатократного пластичного деформування наступить підвищення ламкості матеріалу [12-16].

Зношування від абразивних частинок в потоці рідини протікає в умовах ударної взаємодії твердих частинок по поверхні деталі. В залежності від властивостей матеріалів і кута атаки абразивними частинками зношування може мати природу крихкого руйнування, мікрорізання, пластичного витіснення, виникнення і росту мікротріщин. Інтенсивність зношування залежить від кута атаки, швидкості потоку, концентрації, розміру, твердості абразивних частинок. Із зменшенням кута атаки знижується величина ударного імпульсу, збільшується ймовірність дряпання і мікрорізання поверхні [13-16].

Проведені дослідження підтверджують абразивний механізм зношування шестерень шестеренних насосів, про що свідчать риси на поверхнях цапф шестерень, а також на вершинах і торцях зубців (рис. 1).



Рисунок 1 - Цапфи, вершини і торці зубців шестерні насоса НШ-32У зі слідами абразивного зношування

Знос збільшується із збільшенням концентрації абразиву, його твердості, залежить від форми і розміру частинок [13-16].

Механічні домішки попадають в гідросистему в результаті недостатнього очищення і промивки деталей та вузлів при виготовленні (металева стружка, заусенці, що обірвалися, залишки абразиву, окалина тощо), містяться в робочих рідинах в момент заливки в систему, попадають при монтажу і ремонтних роботах, утворюються при зносі і корозії деталей в процесі роботи, проникають у вигляді пилу через повітрепроводи і нещільності гідробаків [12, 17-19].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Згідно світової статистики, 70...80% виходів з ладу гідравлічних систем викликані забрудненістю робочого середовища.

До основних причин забруднення робочої рідини відносяться: попадання забруднень при заливці; низька якість фільтрації робочої рідини в гідравлічній системі; утворення продуктів окислення робочої рідини, утворення продуктів зносу деталей, що труться; попадання пилу при «диханні» гідросистеми, а також через зазори манжет і ущільнень [1, 8].

Аналіз літературних джерел дозволив виконати класифікацію забруднень, що впливають на чистоту робочого середовища гідравлічних систем.

Забруднення мають різні структуру і склад, тому діляться по агрегатному стану, хімічному складу і іншим ознакам.

По агрегатному стану підрозділяються на тверді, рідинні і газоподібні.

До твердих забруднень відносяться продукти зносу, корозії металів, ущільнення нестабільних вуглеводнів, атмосферна, дорожня та інші види пилу, солі і інші речовини, до рідинних забруднень – вода, смоли і поверхнево-активні речовини, до газоподібних – повітря і різні гази.

По хімічному складу забруднення ділять на неорганічні, до яких відносяться мінеральні речовини, вода і повітря, і органічні, що представляють собою з'єднання з вуглеводневою будовою.

По признаку утворення або проникнення забруднення діляться на три групи.

Виробничі забруднення утворюються і проникають в робочу рідину при виробництві. До них відносяться нафтові (оксиди металів і кремнію, асфальтосмолисті з'єднання), технологічні (смоли), атмосферні (оксиди металів і кремнію, вода) і контактні (оксиди металів) забруднення.

Операційні забруднення утворюються і проникають в робочу рідину при транспортуванні, зберіганні і заправці. До них відносяться атмосферні (оксиди металів і кремнію, вода), залишкові (оксиди металів і кремнію, вода), контактні (оксиди металів і частинки прокладочно-ущільнювальних матеріалів), зношувальні (метали і їх сплави, пластичні матеріали), високотемпературні (смоли, асфальтени і інші продукти окислення і полімерізації), низькотемпературні (парафіни і церезини), газові (повітря і інші гази), мікробіологічні (бактерії, гриби) забруднення.

Експлуатаційні забруднення утворюються і проникають в робочу рідину при експлуатації. До них відносяться вуглеводневі (смоли, асфальтени, карбени, карбоїди, асфальтенові і окисикислоти, кокс, сажа тощо), залишкові (вуглеводневі, оксиди металів і кремнію, вода), атмосферні (оксиди металів і кремнію, вода), контактні (оксиди металів, частинки прокладочно-ущільнювальних і конструкційних матеріалів), зношувальні (метали і їх сплави, пластичні матеріали) і газові (повітря, пари і інші гази) забруднення.

Аналіз стану забруднень і ознак їх утворення і проникнення дозволив заключити, що найбільшу твердість має оксид алюмінію  $Al_2O_3$ , і оксид кремнію  $SiO_2$ . Окисли інших металів мають меншу твердість і відповідно оказують меншу абразивну дію. Відповідно, оксид алюмінію і оксид кремнію в найбільшому ступеню впливають на знос поверхонь. Оксид алюмінію в більшій мірі є контактним і зносним забрудненням і утворюється в процесі роботи гідромашин. Оксид кремнію частіше попадає в гідросистему з атмосферним пилом [14].

По думці Матвеева А.С., в одному  $дм^3$  повітря знаходиться 10...200 тисяч абразивних частинок в співвідношенні 65...95% оксиду кремнію і 5...35% оксиду алюмінію. Розмір частинок досягає 100  $мкм$  [17]. Відомо, що протягом робочої зміни в гідросистемі будівельних, дорожніх і сільськогосподарських машин поступає від 0,1 до 2,4  $м^3$  повітря, а це в середньому 10 гр. атмосферного пилу. Крім основних компонентів в атмосфері міститься волога, яка, попадаючи в гідросистему, негативно впливає на властивості робочої рідини, що також сприяє зносу [12].

Іншим найбільш істотним забрудненням робочої рідини є продукти зносу. При цьому слід відмітити, що більша частина цих забруднень утворюються в початковий період роботи агрегатів гідросистем (період припрацювання) [12, 20].

Експериментально встановлено, що якщо розмір частинок не перебільшує 5  $мкм$ , то вони, маючи більш розвинену поверхню, адсорбують на себе продукти окислення масла, що може знизити інтенсивність зношування деталей. Крім того, є думка, що частинки сприяють перетіканню електричних зарядів з однієї поверхні тертя на іншу, що може знизити електричну напруженість, а, отже, і силу тертя. Можна також припустити, що частинки інтенсифікують теплопередачу між поверхнями тертя. Частинки розділяють поверхні, в результаті контакт поверхонь стає дискретним, а найбільш дисперсна частинка цих частинок нівелює поверхні. Якщо врахувати, що високодисперсні домішки мають адсорбційну оболонку, то можна вважати, що дрібні частинки виконують функції протизносною і антифрикційної присадок, запобігаючи безпосередньому контакту поверхонь, що труться. Частинки великих розмірів приносять шкоду [13].

Розмір абразивних частинок і їх розподілення по величині оказує істотне значення на інтенсивність зношування. Фірма «Вікерс» (Великобританія), після проведених досліджень, приводить для гідросистем наступне розподілення по розмірам

частинок: до 5 мкм – 39%, 5...10 мкм – 18%, 10...20 мкм – 16%, 20...40 мкм – 18%, 40...80 мкм – 9% [14].

Наявність крупних частинок в гідросистемах з фільтрами тонкого очищення, за думкою Г.В. Виноградова, пояснюється тим, що дрібні частинки здатні коагулювати за рахунок вільних зв'язків молекул пристінного шару до величин 30...40 мкм [21].

Встановлено, що інтенсивність зношування пропорційна кількості і розмірам механічних забруднень [15, 19].

Допустима концентрація забруднень (чистота робочої рідини) залежить від величини зазорів між спряженими поверхнями, швидкості відносного переміщення поверхонь, швидкості потоку робочої рідини і інших факторів.

Вочевидь, що рівень забруднень (клас чистоти) робочої рідини напряму впливає на ресурс компонентів гідросистеми. Таким чином, плановий ресурс компонентів гідросистеми може бути досягнутий тільки при правильній фільтрації. При цьому може також підвищитися тривалість використання робочої рідини.

Протягом ряду років Британська дослідницька асоціація гідромеханіків (BHRA) проводила дослідження, направлені на визначення залежності ресурсу гідравлічних компонентів від класу чистоти рідини. В результаті дослідження металообробних машин, будівельних машин, транспортних машин, ковальських пресів, корабельної гідравліки і випробувальних стендів були отримані наступні вирази, що описують залежність ресурсу від класу чистоти:

- клас 24/21 - 200 ч =  $f$ 0,19;
- клас 18/15 - 1050 ч =  $f$ 1,00;
- клас 13/10 - 5000 ч =  $f$ 4,76;
- клас 10/7 - 20000 ч =  $f$ 19,05,

де  $f$  - відносний фактор довговічності, прийнятий за 1 при класі чистоти робочої рідини по ISO 4406: 1987, що дорівнює 18/15;

ч - час в годинах, між відмовами гідравлічних компонентів.

Отримані Британськими дослідниками дані доводять, що підвищення класу чистоти робочої рідини може істотно збільшити міжремонтний період.

Дані Британських дослідників в повній мірі підтверджуються дослідженнями, що проводяться в інституті Франкліна (США).

В залежності від тиску в гідросистемі, конструкції гідромашин, умов експлуатації і інших факторів різні фірми виробники рекомендують використовувати робочі рідини з різним класом чистоти. У відповідності з технічною документацією на експлуатацію ПАТ «Гідросила» рекомендує застосовувати в гідросистемах, в яких використовують шестеренні гідромашини, робочу рідину з чистотою 13 класу по ГОСТ 17216-2001, а ВАТ «Калужський двигун» для насосів НШ-32К - по 15 класу. Фірма «BONDIOLI» рекомендує при тиску більше 15,0 МПа використовувати робочу рідину чистотою - /15/13 по ISO 4406, що відповідає 10 класу чистоти по ГОСТ 17216-2001, а при тиску менше 15,0 МПа чистотою - - /15/13 і 14 класу. Фірма «Rexroth» рекомендує використовувати робочу рідину чистотою 21/18/15 по ISO 4406, а фірма «KOMATSU LTD» - 10 класу по шкалі NAS – 1638 прийнятій в США. Фірма «DANFOSS» рекомендує використовувати робочу рідину чистотою -/20/16 по ISO 4406.

Але, дослідження, проведені рядом авторів і фірм, свідчить про те, що при роботі гідроприводу і забрудненні робочої рідини її фактична чистота може відповідати 17 класу.

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є визначення фактичного вмісту механічних домішок в робочій рідині з гідросистем дорожньо-будівельних, сільськогосподарських та транспортних машин.

**Виклад основного матеріалу.** З метою визначення фактичного вмісту механічних домішок в робочій рідині з гідросистем дорожньо – будівельних машин, тракторів та автомобілів були взяті і проаналізовані проби робочої рідини. Дослідження проб показали, що забрудненість робочої рідини в середньому в 10...30 раз перебільшує допустимі норми і знаходиться в межах 0,05...0,15% по вазі. Крім механічних домішок в пробах робочої рідини виявлено великий вміст води - 0,3% по об'єму.

Взяття проб робочої рідини гідравлічних систем виконувалось у відповідності з ГОСТ 2517 – 85. Дослідження робочої рідини гідравлічних систем на вміст механічних забруднень були виконані на приладі ПКЖ – 904А у відповідності з стандартною методикою і вимогами ГОСТ 17216 – 2001 та ГОСТ 6370-83.

В результаті встановлено, що в робочій рідині присутні частинки розміром від 5 до 200 мкм, причому більше всього міститься частинок розміром 10...50 мкм, найбільш небезпечних для пар тертя. Великий також вміст дрібних частинок розміром 5...10 мкм і менше, що пояснюється тривалою роботою масла без заміни. Присутність в робочій рідині частинок розміром 50...100 мкм, як і те, що в рідині, що відпрацювала не більше половини строку служби, спостерігається підвищений вміст механічних домішок – 0,02...0,06% по вазі, свідчить про роботу агрегатів гідросистем в умовах високої запиленості при невисокій ефективності роботи очищувачів, встановлених на машинах. Деякі результати аналізу робочої рідини для гідросистем дорожньо-будівельних машин, тракторів та автомобілів, представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати дослідження робочої рідини гідравлічних систем на вміст механічних забруднень

Марка машини	Час експлуатації рідини без заміни	Кількість забруднень, в % по вазі	Кількість забруднень, в умовних одиницях*	Кількість частинок, в % до їх загального числа				
				5...10 мкм	10...25 мкм	25...50 мкм	50...100 мкм	100...200 мкм
ЭО - 2621	950 мото-год.	0,109	27,25	19	31	28	15	7
ЭО - 2621	1100 мото-год.	0,112	28,00	21	30	27	14	8
ДЗ – 99А	1150 мото-год.	0,150	37,50	26	29	28	12	5
ДЗ – 99А	1050 мото-год.	0,138	34,50	24	28	24	17	7
Т – 150К	765 мото-год.	0,107	26,75	19	25	31	16	9
Т – 150К	750 мото-год.	0,119	29,75	20	28	29	16	7
МТЗ - 100	710 мото-год.	0,082	20,50	19	27	25	18	11
МТЗ - 100	725 мото-год.	0,091	22,75	19	24	26	17	14
МАЗ 5551	27,5 тис. км	0,050	12,50	20	27	24	18	11
МАЗ 5551	26,8 тис. км	0,052	13,00	22	28	26	20	4
МАЗ 5551	31,9 тис. км	0,061	15,25	21	26	29	17	7

\*Умовні одиниці – відношення дійсного вмісту в рідині механічних домішок по вазі до вмісту в рідині механічних домішок по 13-му класу чистоти по ГОСТ 17216-71.

Якісна оцінка забруднень в гідросистемах показує, що більше всього в домішках міститься частинок атмосферного пилу і металу. Це свідчить про підвищений абразивний знос пар тертя гідроагрегатів внаслідок попадання в зазори частинок атмосферного пилу. Також спостерігається велика кількість органічних домішок, що

пояснюється розкладанням масла внаслідок його тривалої роботи без заміни. Частинки гуми попадають в гідросистему при розкладанні і зносі ущільнень і шлангів трубопроводів. Також в робочій рідині присутні частинки фарби, лаку, пластмас тощо, але їх присутність носить випадковий характер. Діаграма компонентів механічних забруднень робочої рідини гідроприводу показана на рисунку 2.

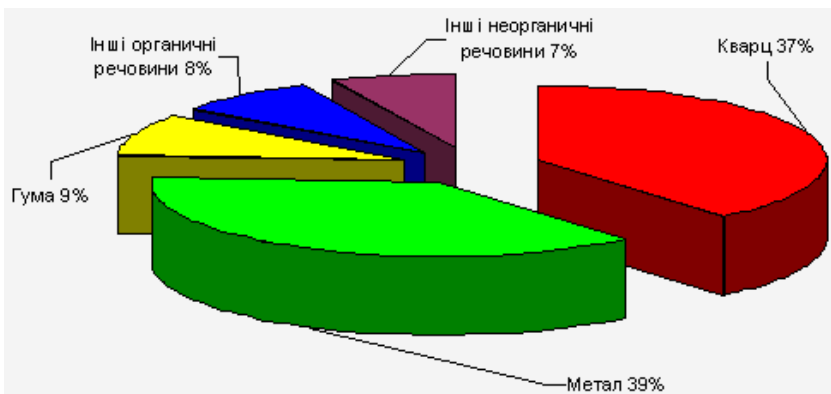


Рисунок 2 - Діаграма компонентів механічних забруднень робочої рідини гідроприводу

Вивчення середнього напрацювання основних елементів гідросистеми з початку експлуатації або від попереднього ремонту до появи несправності показало, що напрацювання гідроагрегатів нижче гарантованого строку безвідмовної роботи в 1,5...2,0 рази.

**Висновки.** На підставі проведеного аналізу можна заключити:

- основні агрегати гідроприводу не забезпечують надійності і довговічності роботи, і не відповідають сучасним вимогам. При цьому, однією з основних причин передчасного виходу з ладу гідроагрегатів є підвищена забрудненість робочої рідини;

- вплив частинок розміром менше 5 мкм на знос поверхонь незначний. Збільшення розміру дрібних частинок, за рахунок коагуляції, потребує в процесі роботи гідроприводів проводити диспергування частинок – пропускати робочу рідину через диспергатор гідродинамічної дії або ультразвуковий диспергатор;

- основним видом зношування в шестеренних насосах є абразивне зношування. В ролі частинок, що руйнують поверхні деталей шестеренних насосів виступають нерухомо закріплені в поверхні деталей тверді зерна і вільні частинки, що втягуються в потік робочої рідини;

- в результаті аналізу літературних джерел визначені основні види забруднень, а також шляхи їх проникнення в гідросистеми техніки. Одним з найбільш вагомих забруднень, що визначають абразивне зношування, є оксиди алюмінію і кремнію, що мають високу твердість. Оксид алюмінію утворюється в процесі роботи гідромашини, оксид кремнію попадає в систему з атмосферним пилом. Другим по ступеню впливу на знос поверхонь видом забруднень є продукти зносу деталей гідромашин;

- були досліджені проби робочої рідини гідросистем дорожньо-будівельних машин, тракторів та автомобілів, що працюють в умовах підвищеної запиленості.

Результати досліджень показали, що забрудненість масла, після напрацювання дорожньо-будівельних машин і тракторів 710...1150 мото-годин і пробігу для автомобілів 26,8...31,9 тис. км, що відповідає 9...10 місяців експлуатації, в середньому в 10...30 раз перебільшує допустимі норми і знаходиться в межах 0,05...0,15% по вазі. Встановлено, що в гідросистемах дорожньо-будівельних машин присутні абразивні частинки розміром 5...10 мкм в кількості 19...26%, розміром 10...25 мкм – біля 28...31%, 25...50 мкм – 24...28%, 50...100 мкм – 12...17%, 100...200 мкм – 5...8%.



В гідросистемах тракторів присутні абразивні частинки розміром 5...10 мкм в кількості 19...20%, розміром 10...25 мкм – біля 24...28%, 25...50 мкм – 25...31%, 50...100 мкм – 16...18%, 100...200 мкм – 7...4%.

В гідросистемах автомобілів присутні абразивні частинки розміром 5...10 мкм в кількості 20...22%, розміром 10...25 мкм – біля 26...28%, 25...50 мкм – 24...29%, 50...100 мкм – 17...20%, 100...200 мкм – 4...11%.

Якісна оцінка вмісту забруднень в робочій рідині гідросистем показала, що гуми міститься біля 9% (від загальної маси забруднень), металевих включень – 39%, кварцу – 37%, інших органічних речовин 8%, інших неорганічних речовин – 7%.

Отримані результати досліджень дозволяють намітити шляхи зниження зносу деталей насосів гідросистем, а саме – зниження рівня забруднень робочої рідини за рахунок фільтрації, зниження рівня продуктів зносу, захист гідросистем від попадання абразиву ззовні.

## Список літератури

1. Башта Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. М.: Машиностроение, 1974.- 606 с.
2. В.А. Васильченко. Гидравлическое оборудование мобильных машин.: Справочник. «Машиностроение», 1983.- 301 с.
3. В. В. Лозавецкий. Гидро – и пневмосистемы транспортно-технологических машин: Учебное пособие.
4. Лепешкин А. В., Михайлин А. А., Шейпак А. А. Гидравлика и гидропневмопривод: Учебник, ч.2. Гидравлические машины и гидропневмопривод. / под ред. А. А. Шейпака. – М.: МГИУ, 2003.- 352 с.
5. Схиртладзе А. Г., Иванов В. И., Кареев В. Н. Гидравлические и пневматические системы.- Издание 2-е, дополненное. М.: ИЦ МГТУ «Станкин», «Янус-К», 2003.– 544 с.
6. Хорин В. Н. Объемный гидропривод забойного оборудования.– 3-е изд., перераб. и доп.– М.: Недра, 1980.- 415 с.
7. Черкасский В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебник для теплоэнергетических специальностей вузов.— 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Энергоатомиздат, 1984. - 416 с., ил.
8. Машиностроительная гидравлика./ Башта Т.М.– Машиностроение, 1971. - 672 с.
9. Ремонт шестеренных насосів гідросистем дорожніх машин. / Посвятенко Є.К., Кропівний В.М., Посвятенко Н.І., Русских В.В. // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета и Северо-Восточного научного центра Транспортной академии Украины. Сборник научных трудов. – Выпуск 38, - Харьков: ХНАДУ, 2007. – С. 113-117.
10. Барышев В.И. Повышение надежности и долговечности гидросистем тракторов и дорожно-строительных машин в эксплуатации. - Челябинск: Южно Уральское книжное издательство, 1973. - 110 с.
11. Козюменко В.Ф. Исследование условий работы шестеренных насосов в гидросистемах сельскохозяйственных тракторов с целью повышения их работоспособности. Автореф. дис. канд. техн. наук. - Саратов, 1972.- 27 с.
12. Севернев М.М. Износ деталей сельскохозяйственных машин. Л.: Колос. 1972. – 288 с.
13. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность): Учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: «Издательство МСХА», 2001. - 616 с.
14. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др.; Под общ. ред. А.В. Чиченидзе. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.
15. Хрущев М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. - М.: Наука, 1970. – 252 с.
16. Добровольський А.Г. Кошеленко П.И. Абразивная износостойкость материалов. - К.: Техника, 1989. - 128 с.
17. Матвеев А.С. Влияние загрязненности масел на работу гидроагрегатов. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 48 с.
18. Матвеев А. С. Влияние режимов эксплуатации на износ агрегатов гидравлических систем тракторов. Тракторы и сельхозмашины. – 1971. – Выпуск № 11. - С. 10-12.
19. Савунов М.П. Исследование влияния механических примесей в рабочей жидкости на износ агрегатов гидросистем тракторов. - Сб. научн. тр./Белорусская СХА. – 1970. - Т. 63. - С. 244 - 252.
20. Дубовик В.О. Підвищення працездатності та довговічності корпусних деталей з алюмінієвих сплавів шляхом управління внутрішніми напруженнями. Автореф. дис. канд. техн. наук. - Київ, 2005.- 20 с.

21. Виноградов В.Н., Сорокин Г.М. Механическое изнашивание сталей и сплавов. М.: Недра, 1996.- 361 с.

**Viktor Russkikh**

*Kirovogradskiy national technical university*

**Researches of composition of contaminations of working liquid of gidrosistem road – build machines, tractors and cars**

Purpose of the article determination of actual composition of mechanical admixtures in the working liquid of gidrosistem road – build machines, tractors and cars.

Advantages and lacks of by volume gidroprivoda, and also advantages and lacks of cog-wheel pumps, are considered in the article. It is set that the basic type of wear of details of cog-wheel pumps is an abrasive wear, and by principal reason of output them from a line-up is contamination of working liquid. It is set that the basic type of wear of details of cog-wheel pumps is an abrasive wear, and by principal reason of output them from a line-up is contamination of working liquid. The analysis of contaminations and signs of their education and penetration in gidrosistemy of machines is executed. Actual maintenance of mechanical admixtures is certain in the working liquid of gidrosistem. The high-quality estimation of contaminations is executed.

The results of researches allow to set the ways of decline of wear of details of cog-wheel pumps, due to the decline of level of contamination of working liquid.

**gidroprivod, cog-wheel pump, wear, working liquid, contaminations, abrasive particles, class of cleanness**

Одержано 18.11.13

**УДК 631.352**

**О.В. Нестеренко, ас., О.А. Кислун, доц., канд. техн. наук, П.Г. Лузан, доц., канд. техн. наук, Д.В. Богатирьев, доц., канд. техн. наук**

*Кировоградський національний технічний університет*

## **Визначення форми гравітаційної направляючої поверхні живильного пристрою пневмосепаратора**

В статті проведено теоретичне обґрунтування форми гравітаційної направляючої поверхні живильного пристрою пневмосепаратора, яка забезпечує рівномірну подачу зернового матеріалу в пневмосепаруючий канал з заданою швидкістю та напрямом. В результаті теоретичного аналізу отримано функціональну залежність швидкості руху зерна по гравітаційній направляючій поверхні з урахуванням опору повітря, а також графічне зображення її форми.

**направляюча поверхня, пневмосепаруючий канал, зерновий матеріал, швидкість введення зерна**

**А.В. Нестеренко, О.А. Кислун, П.Г. Лузан, Д.В. Богатирёв**

*Кировоградский национальный технический университет*

**Определение формы гравитационной направляющей поверхности питательного устройства пневмосепаратора**

В статье проведено теоретическое обоснование формы направляющей гравитационной поверхности питающего устройства пневмосепаратора, обеспечивающего равномерную подачу зернового материала в пневмосепарирующий канал с заданной скоростью и направлением. В результате теоретического анализа получено функциональную зависимость скорости движения зерна по гравитационной направляющей поверхности с учётом сопротивления воздуха, а также графическое изображение её формы.

**направляющая поверхность, пневмосепарирующий канал, зерновой материал, скорость введения зерна**