УДК 621.919.2

Е.К. Посвятенко, д-р техн. наук, Київ, Україна,
Р.В. Будяк, Вінниця, Україна

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ СИНТЕЗУ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ГІДРОЦИЛІНДРІВ МАШИН

The technique of carrying out of experiments is described. Results of researches of processing of apertures of sleeves of hydrocylinders are resulted. The analysis of factory manufacturing techniques of hydrocylinders is carried out. Lacks of this technology are unsatisfactory accuracy and a roughness of a surface of sleeves. The basic directions of improvement of processing of sleeves are defined.

Стан питання, актуальність та мета дослідження. Комунальне машинобудування є однією з галузей української економіки, що інтенсивно розвивається. Важливою комунальною технікою є машини зі збирання та транспортування до місць утилізації твердих побутових відходів – сміттєвози, виробництвом яких в Україні займається ВАТ "АТЕКО" Турбівський машинобудівний завод [1,2]. У відповідності зі світовими тенденціями в українського споживача підвищеним попитом користуються сміттєвози із заднім завантаженням з контейнерів євростандарту. До групи цих сміттєвозів належать моделі КО 437 на шасі автомобілів МАЗ або КамАЗ та моделі КО 432 на шасі автомобілів ЗІЛ, МАЗ, КамАЗ (табл.1). Переваги технології із заднім завантаженням комунальної машини полягають: у високому коефіцієнті ущільнення сміття; у виключені розсипання сміття при розвантаженні контейнера, оскільки ця операція здійснюється у приймальному бункері сміттєвоза; у безпеці оператора, тому що підйом контейнера здійснюється на висоту лише 1,5 м. У той же час і на сьогодні залишаються розповсюдженими вітчизняні сміттєвози з бічним механізованим завантаженням твердих побутових відходів із стандартних контейнерів за допомогою маніпулятора через люк в даху кузова. Популярність таких машин (моделі КО 415, КО 426 і КО 431) пояснюється в першу чергу їх низькою ціною. Багатофункціональний автомобіль моделі КО 425 (табл.1, рис.1), так званий "мультиліфт", призначений для виконання різноманітних сезонних робіт у комунальному господарстві. На універсальних підйомниках автомобіля монтуються піскорозкидач, цистерна або бункери для збирання сміття.

Таблиця 1 – Зразки нової вітчизняної техніки комунального машинобудування

Модель	Базове шасі	Маса машини повна, кг	Маса спецобладнання, кг	Об'єм кузова технологіч-ний, $м^3$	Маса завантаже-них ТПВ, кг
КО 437-02	КамАЗ-43253	15200	5300	17±1,0	4100
КО 437-50	МАЗ-533702 МАЗ-533701	16150	5300	17±1,0	5500
КО 432-01	МАЗ-437041	10100	3250	12±0,3	4100
КО 432	ЗІЛ-432921	11200	3050	10±0,3	3900
КО 433-1	ГАЗ-3307/3309	8000	1720	8,0	3510
КО 4264*	КамАЗ-43253	15200	3860	17±1,0	5740
	МАЗ-533702	16150	3960	18±1,0	5890
КО 415 А*	КамАЗ-53215 КамАЗ-53213	19500	4130	22,5	9370
КО 431-02**	ЗІЛ-432921	11200	2260	13±0,5	5050
КО 431-03**	МАЗ-437041 МАЗ-437030	10100 11500	2260	13±0,5	3200
КО 431-04**	КамАЗ-4308	11500	2260	13±0,5	3510
КО 425-01	МАЗ-437041	11000	1050	закритого – 10,0 відкритого – 6,5 цистерни–5,0	закритого – 3940 відкритого – 4300 цистерни–4100
КО 425 П	ГАЗ 3307/3309	8100	1250	5,0	2800

* вантажопідйомність маніпулятора – 500 кг

** вантажопідйомність маніпулятора – 650 кг

Рис. 1 – Багатофункціональний автомобіль – "мультиліфт", модель КО 425

В усіх моделях описаних вище комунальних машин комплекс технологічних операцій виконується за допомогою гідроприводу. При цьому надзвичайно важливою складовою останнього є маніпуляційні та силові гідроциліндри. Найбільш складними деталями останніх з позиції технологічності є гільзи, оскільки їх отвори належать до класу глибоких і повинні задовольняти наступним вимогам: точність за криволінійністю твірної – 0,1–0,15 мм/м, а по діаметру – Н7–Н9 при шорсткості опорної площі Ra 0,05–Ra 0,15. У базових технологічних процесах заготовками для гільз гідроциліндрів служать гарячекатані труби із доевтектоїдних вуглецевих конструкційних сталей марок 35 або 45 чи відповідних закордонних аналогів.

Відомі кілька варіантів побудови технологічних процесів обробки отворів гільз гідроциліндрів, які ґрунтуються на операціях чорнового та чистового розточування, розточування самоустановлювальними ножами, розкочування кульковим чи роликовим інструментом, обробці деформуючими та різальними протяжками [2–4 та ін.]. Однак, в усіх цих процесах не витримується зміна напрямку головного руху різання чи холодного пластичного деформування в сусідніх операціях на $\pi/2$. В результаті цього поверхні готових отворів набувають чітко вираженої хвилястості, коли фінішною операцією є розкочування, якій передує чистове розточування, або отримують на дзеркалі з шорсткістю Ra 0,16–0,32 кілька досить глибоких (до 1 мкм) поздовжніх рисок при фінішній обробці деформуючими протяжками. Все це призводить до недопустимих перетікань робочої рідини, оскільки в гідросистемах сучасних сільськогосподарських, дорожніх, будівельних, комунальних та ін. машин тиск сягає 15 МПа.

Виходячи із сказаного була визначена така ***мета дослідження*** – підвищення надійності гідроциліндрів машин технологічними методами, тобто за рахунок найбільш ефективного досягнення взаємодії сусідніх операцій між собою і поверхнею, що обробляється.

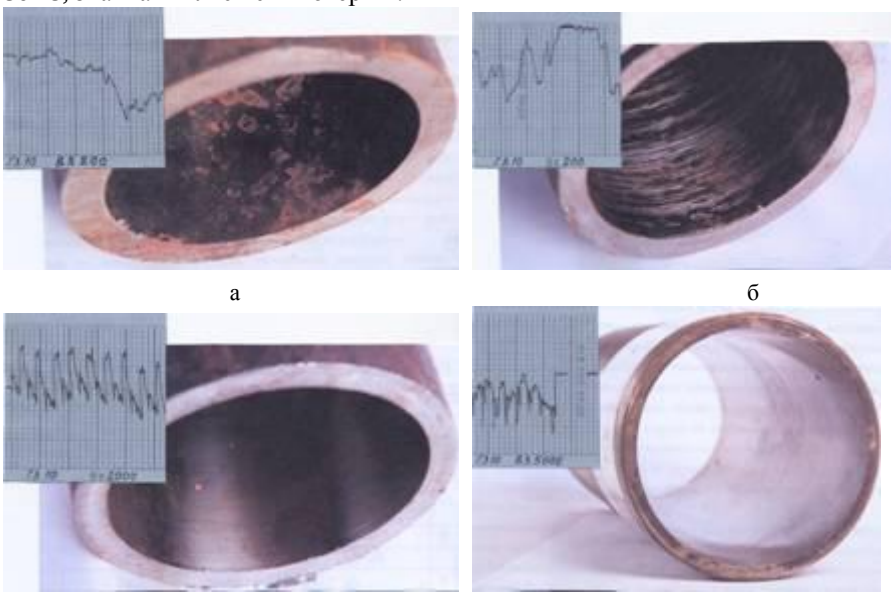
Методика і результати експериментальних досліджень. У гідросистемах сміттєвозів використовуються два типи гідроциліндрів: діаметром 80Н8, Ra0,16, базова довжина 782 мм (8 або 12 шт. на машину) і діаметром 165Н9, Ra0,16, базова довжина 1993 мм (1 шт. на машину) [2]. Перший типорозмір гідроциліндра служить для маніпуляції з контейнером, а другий – для пресування сміття безпосередньо в кузові машини. Кінцевим результатом досліджень було накопичення експериментальних даних для синтезу базових ресурсозберігаючих процесів механічної обробки обох типів гідроциліндрів, які забезпечували б, по-перше, комплексну економію ресурсів (зарплати, електроенергії, матеріалу заготовки, амортизаційних відрахувань, витрат на інструмент тощо) і, по-друге, – поліпшення експлуатаційних показників гідроциліндра і гідросистеми в цілому за рахунок цілеспрямованого впливу на наступні ключові характеристики інженерії поверхні гільзи: кривизну твірної, макро- і мікрорельєф опорної поверхні, деформаційне зміцнення поверхневого шару та металу основи, поле залишкових напружень, характер та інтенсивність текстури.

Проведенню основних серій лабораторних та виробничих досліджень передувало створення комплексної методики експериментів. Досліди по виявленню закономірностей механіки процесу різання було проведено на стендах, створених на базі горизонтально-протяжного, поперечно-стругального, вертикально-фрезерного та токарного універсального верстатів з використанням вимірювального модуля, що складався з трьохкомпонентного динамометра УДМ-600, підсилювача сигналів тензодатчиків ТОПАЗ 3-02 та шлейфового осцилографа Н 071.2. Зразки для досліджень було виготовлено із гарячекатаних сталей марок 35 і 45. Частину лабораторних досліджень та виробничі випробування було проведено на заготовках із стандартних гарячекатаних труб. Для всіх досліджуваних матеріалів було побудовано криві текучості. Інструменти для дослідів було виготовлено із сталей марок ШХ15 і Р6М5 (процеси розкочування і різання) та із спеченого твердого сплаву марки ВК15. Мастильно-охолоджувальне середовище створювалось за допомогою сульфофрезолу-Р. Швидкість протягування змінювалась в межах 0,02–0,2 м/с. Характеристики процесу різання було досліджено з використанням наступних методик: миттєвої зупинки та фіксації процесу з одержанням "кореня" стружки для вивчення контактних явищ та напружено-деформованого стану пружно-пластичної зони; визначення допустимого ступеня заповнення стружкової канавки; поділу технологічних складових сили різання на сили на передній та задній поверхнях інструменту; експрес-методики визначення стійкості та ступеня спрацювання інструменту; графоаналітичної обробки текстурованих шарів металу та інших відомих і оригінальних методик. Для глибшого вивчення процесів ортогонального та неортогонального різання зі змінною шириною зрізування у дослідженнях застосовувались моделювання цих процесів струганням та точінням на призматичних та круглих зразках з попередньо нанесеними стружкоподільчими канавками. Геометричні та фізико-механічні властивості поверхні, а також поверхневого шару експериментальних зразків та деталей серійного виробництва досліджувались за допомогою відомих сертифікованих приладів та вимірювальних систем (мікротвердомірів, профілографів, кругломірів, оптичних та електронних мікроскопів, цифрових фото- та відеокамер тощо). Аналіз одержаних результатів проведено із застосуванням ПЕОМ та із залученням методів математичної статистики і

планування дослідів.

Нижче наводиться частина результатів експериментів, які отримано в межах даного дослідження. Ці результати стосуються шорсткості і точності поверхонь гільз гідроциліндрів після основних операцій обробки отворів у відповідності з базовими процесами.

Відомо, що гарячекатані труби виготовляють за манесманівською технологією, суть якої полягає у прошиванні заготовки в нагрітому стані і подальшому прокатуванні до потрібних розмірів шляхом дії на зовнішню поверхню при вільній (без оправки) поверхні отвору. В результаті державний стандарт на сортамент таких труб регламентує лише розміри зовнішнього діаметра (точність ± 1%) і товщину стінки (точність ± 12,5%). Точність і якість поверхні отвору, його співвісність відносно зовнішньої поверхні є похідними від цих величин і стандартом не регламентується. Таким чином, технологія гарячекатаних труб призводить до можливої некруглості отворів порядку 3–5 мм, шорсткості їх поверхні Ra10–Ra20, окремих раковин на цій поверхні глибиною до 0,5 мм, відшарувань металу на таку ж глибину, а також втрати вуглецю у поверхневому шарі. Неспіввісність зовнішнього і внутрішнього діаметрів при цьому вимірюються міліметрами. Приклад такої трубної заготовки разом з профілограмою поверхні отвору наведено на рис.2а. Це зразок труби із сталі 35, що використовується у серійному заводському технологічному процесі на ВАТ "АТЕКО" Турбівський машинобудівний завод. Чорнове розточування, яке застосовується в цьому процесі, дозволяє позбутися практично усіх перелічених вище початкових дефектів поверхні отвору трубної заготовки (некруглості, неспіввісності, раковин, поверхневого шару з частково втраченим вуглецем, відшарувань, окалини). Проте, шорсткість поверхні при цьому може навіть дещо збільшуватись, оскільки залежить від подачі S на оберт деталі, яка визначає продуктивність обробки. На рис.2б показано фрагмент заготовки і профілограми поверхні після чорнового розточування: S = 1мм/об; Ra13,5; помітні зриви вершин мікронерівностей. Оскільки такий стан поверхні ще не придатний для фінішної обробки холодним пластичним деформуванням, в серійному технологічному процесі закладено операцію чистового розточування з подачею S = 0,6 мм/об (рис.2в), яка надає поверхні отвору наступні характеристики: Ra2,39; Ø 80H7; повна відсутність зривів вершин мікронерівностей. Ця операція є передостанньою, а фінішною – є розкочування деталей роликовим інструментом (рис.2г): Ra0,564 (при вимогах креслення Ra0,16); Ø 80H8; значна хвилястість поверхні.



а б в г

Рис.2 – Стан та профілограми поверхні заготовки гільзи: а – в стані поставки; б – після чорнового розточування; в – після чистового розточування; г – після розкочування.

Аналіз результатів проведеного дослідження дозволяє зробити наступні ***висновки*** і визначити ***напрямки подальших досліджень***:

– традиційні процеси виготовлення гільз гідроциліндрів відзначаються низьким коефіцієнтом використання матеріалу заготовки і не достатньою якістю поверхні отвору гільзи за показниками шорсткості та точності;

– як перспективні для досліджень та виробничого застосування слід розглядати наступні два варіанти ресурсозберігаючих процесів обробки глибоких отворів гільз: чорнове розточування (зенкерування) заготовки із гарячекатаної труби – різальне протягування – фінішне розкочування; чорнове деформуюче протягування – чистове розточування – чистове деформуюче протягування.

Список літератури: 1. АТЕКО: Виробництво сміттєвозів та вакуумних автомобілів / Турбів Вінницької обл.: ВАТ "АТЕКО", 2008. – 14 с. **2.** *Посвятенко Е.К.* Ресурсозберігальні процеси механічної обробки гідроциліндрів автомобілів сімейств ЗІЛ і КамАЗ для комунального господарства / Е.К.Посвятенко, Ю.Б.Паладійчук, Ю.М.Іванов // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів. – К.: НТУ, 2000. – Вип.10. – С.89–97. **3.** *Розенберг О.А.* Обработка отверстий гидроцилиндров протяжками / О.А.Розенберг, И.Т.Прокопов, Э.К.Посвятенко // Синтетические алмазы. – 1975. – Вып.3. – С.44–46. **4.** *Посвятенко Э.К.* Обработка гидроцилиндров строительных и дорожных машин протягиванием / Э.К.Посвятенко, И.В.Лунгол, И.Н.Голобородый // Строительные и дорожные машины. – 1987. – №7. – С.8–9.

Поступила в редколлегию 26.06.2009