

УДК 621.7.02.(043.3)

Сичук В.А., Заболотний О.В.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛІ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА ПІСЛЯ АБРАЗИВОСТРУМЕНЕВОГО ОБРОБЛЕННЯ

В роботі запропоновано застосувати абразивоструменеве оброблення внутрішньої поверхні водолічильника виготовленого литтям. Наведено результати експериментальних досліджень стосовно оброблення поверхонь деталей на різних технологічних режимах.

Ключові слова: шорсткість, абразивоструменеве оброблення, обробна поверхня.

Сычук В.А., Заболотный О.В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПОСЛЕ АБРАЗИВОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ

В работе предложено применить абразивоструйную обработку внутренней поверхности счетчика воды изготовленного литьем. Приведены результаты экспериментальных исследований по обработке поверхностей деталей на различных технологических режимах.

Ключевые слова: шероховатость, абразивоструйная обработка, обрабатываемая поверхность.

Sychuk V., Zabolotnyi O.

EXPERIMENTAL STUDY OF SURFACE ROUGHNESS IDENTIFICATION OF CASTING PRODUCTS AFTER ABRASIVE JET PROCESSING

It was offered to apply abrasive jet processing of internal surface of water meter manufactured by molding. There were shown results of experimental studies about treatment of surfaces using different technological regimes.

Keywords: roughness, abrasive jet processing, processed surface.

Підвищення ефективності оброблення деталей з забезпеченням заданих характеристик є надзвичайно важливою задачею машинобудівних підприємств. Вирішення та дослідження даного питання значно підвищить продуктивність оброблення, знизить собівартість виготовлення деталей, сприятиме науковому розвитку в даній галузі народного господарства.

Оброблення корпусних деталей ливарного виробництва на даний час не повністю відповідає вимогам сучасних машинобудівних підприємств, які зазвичай використовують класичні методи оброблення, що в свою чергу в теперішніх ринкових умовах не є продуктивними та економічно вигідними.

Абразивоструменеве оброблення – сучасний, прогресивний метод оброблення, який стає все актуальнішим в технологічних процесах оброблення різноманітних деталей [1].

Для визначення оптимальних технологічних режимів абразивоструменевого оброблення

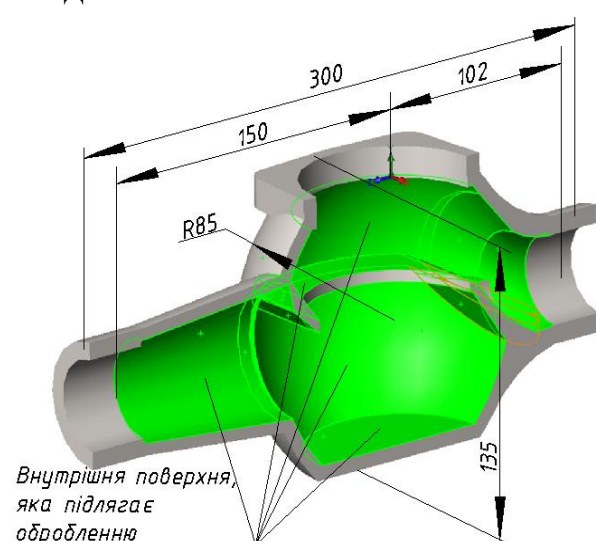


Рис. 1. Загальний вигляд корпусу водолічильника КВБ-10 з виділеною внутрішньою поверхнею, що підлягає обробленню (переріз)

було обрано проведення робіт внутрішньої поверхні водолічильника КВБ-10 (рис. 1).

Згідно базового технологічного процесу операція 170 - Дрібоструменева. Дана операція необхідна для оброблення внутрішніх поверхонь водолічильника КВБ-10 для усунення приливів, іржі, пригарів. Дані недоліки внутрішніх поверхонь є дуже небезпечними для експлуатації водолічильника оскільки, вода, яка буде протікати через водолічильник, з часом змиває дані нарости на внутрішній поверхні і вони мають схильність скупчуватися і закупорювати прохід води, або призводять до заклинювання оберտальної крильчатки, яка рахує витрату води.

Щоб досягнути максимальної продуктивності при обробці даної частини корпусу водолічильника виникла ідея замінити дрібоструменеве оброблення на абразивоструменеве оброблення як більш прогресивне та продуктивне.

Експериментальне абразивоструменеве оброблення внутрішніх поверхонь водолічильника КВБ-10 полягає у застосуванні різних змінних технологічних параметрів таких як: фракційний склад абразивних частинок, тиск суміші основного потоку абразивних частинок і повітря, час оброблення поверхні.

Наведемо опис проведення одного із серії експериментів на приклад оброблення поверхні №18.

1. При проведенні експерименту необроблену внутрішню поверхню корпусу водолічильника було розрізано на 60 окремих невеликих шматочків. Необроблена поверхня №18 зображена на рис. 2.

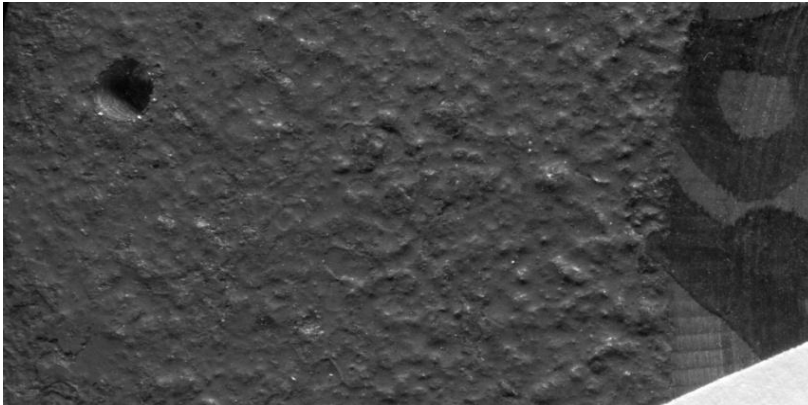


Рис. 2. Необроблена внутрішня поверхня №18 корпусу водолічильника КВБ-10

Як видно з рис. 2, поверхня №18 містить на собі приливи та припіки від лиття та сліди корозії. Для забезпечення працездатності деталі вцілому дані поверхневі дефекти необхідно усунути. Варто відмітити, що на поверхні просвердлено глухий отвір, який служить точкою відліку дослідної ділянки поверхні.

2. Поверхня №18 піддавалася наступним технологічним параметрам

абразивоструменевого оброблення:

- фракційний склад абразиву – річковий пісок з переважаючим вмістом фракцій розміром від 0,1 мм до 0,2 мм;
- час оброблення – 15 с абразивоструменевого оброблення поверхні №18;
- тиск суміші основного потоку повітря з абразивом - 0,7 МПа.

3. Після абразивоструменевого оброблення було отримано очищену поверхню №18, яка зображена на рис. 3.

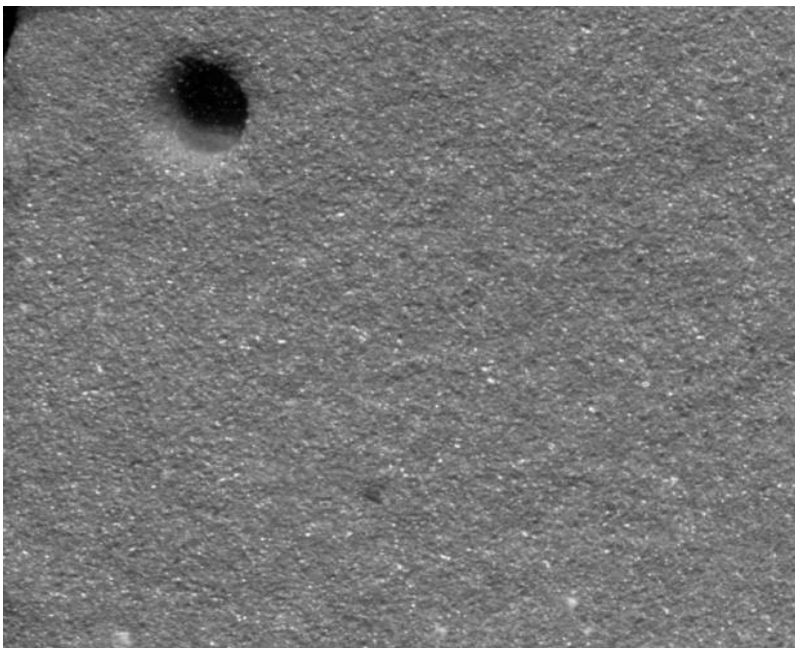


Рис.3. Поверхня №18 після абразивоструменевого оброблення

4. Наступний етап у дослідженні поверхні – аналіз її параметрів шорсткості до і після абразивоструменевого оброблення.

Отже отримані зображення, відскановані з роздільною здатністю 25 млн пікселів/см², поверхні №18 до і після оброблення, піддалися редагуванню для отримання квадратної дослідної ділянки розміром 10 x 10 мм, які розміщуються на визначеному місці відносно глухого отвору який присутній на дослідній поверхні №18. Зображення необробленої та обробленої ділянки поверхні №18

наведено на рис. 4 та рис. 5. відповідно.

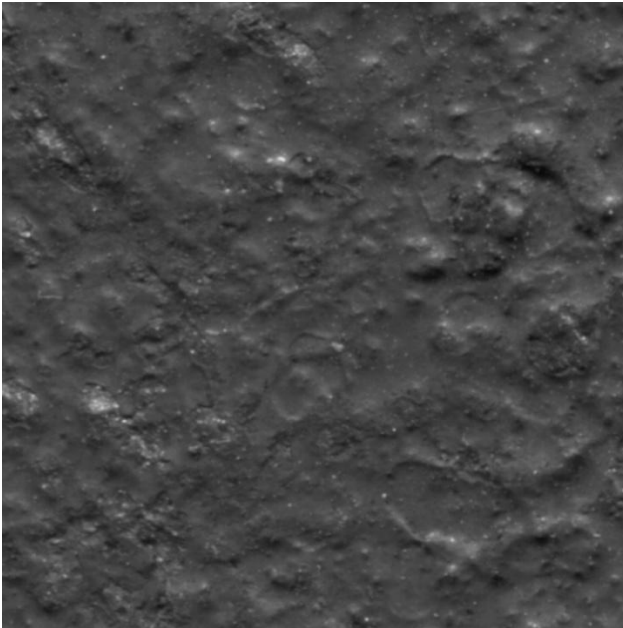


Рис. 4. Необроблена ділянка розміром 10 x 10 мм поверхні №18

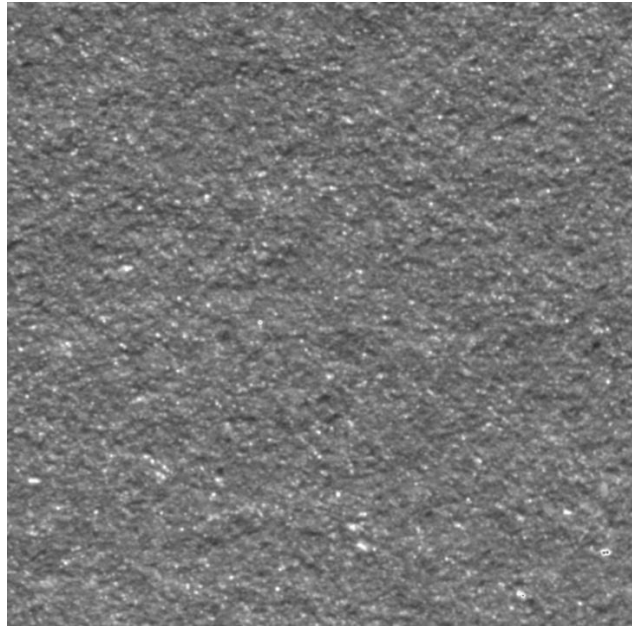


Рис. 5. Оброблена ділянка розміром 10 x 10 мм поверхні №18

Візуально можна оцінити наведені вище ділянки поверхонь і дійти висновку, що усунення приливів, пригарів та слідів корозії відбулося в повній мірі.

Для точного визначення шорсткості ділянок поверхонь було використано програмне забезпечення Gwyddion v.2.41 для аналізу зображень визначених поверхонь [2, 3, 4, 5]. Для аналізу шорсткості використовувалися наступні параметри зображення:

- формат файлу – JPEG;
- розмір зображення – 10 x 10 мм або 5000 x 5000 пікселів;
- палітра зображення - чорно-біла з відтінками сірого.

Вікно програми Gwyddion v.2.41 з проаналізованим зображенням ділянки 10 x 10 мм необробленої поверхні №18 зображено на рис. 6.

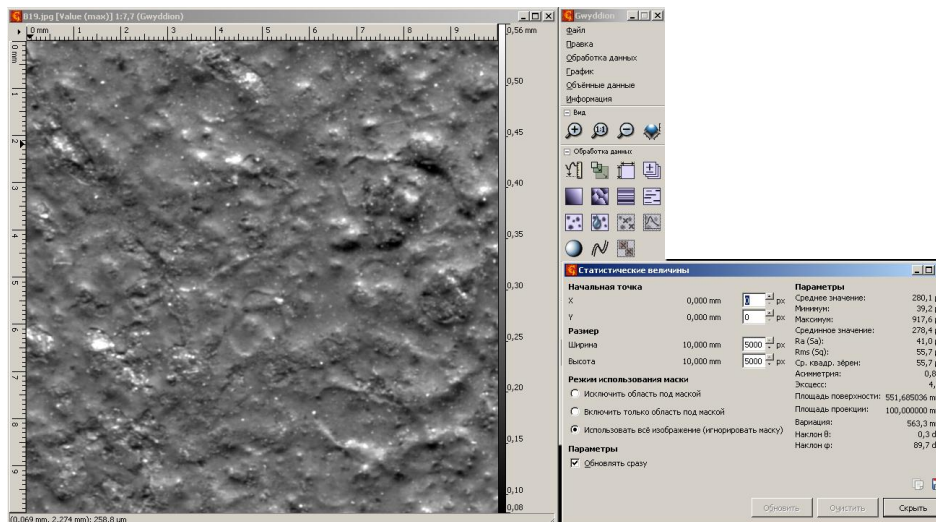


Рис. 6. Інтерфейс програмного забезпечення Gwyddion v.2.41 з проаналізованим зображенням ділянки 10 x 10 мм необробленої поверхні №18

Використане програмне забезпечення аналізує зображення і визначає геометричну висоту між найсвітлішим і найтемнішим пікселем зображення, що відповідають геометричній висоті між найвищим піком і найглибшою впадиною дослідної поверхні деталі. З рис. 6 видно, що після автоматичного калібрування (усунення недоліків сканування) зображення висота між найтемнішим і найсвітлішим пікселем рівна $0,56 - 0,08 = 0,48$ мм. Далі після автоматичного статистичного аналізу шорсткості за параметром Ra всієї поверхні площею 10 x 10 мм отримано

значення $Ra = 41$ мкм, що не задовольняє вимогам готової деталі, яка містить дану поверхню, тому вона підлягає обов'язковій обробці, в нашому випадку абразивоструменевому обробленню.

Для аналізу ділянки обробленої поверхні №18 було проведено більш уточнене визначення шорсткості. Для максимально точного введення параметра коригування висоти між найвищим піком і найнижчою впадиною було проведено по 3 вимірювання шорсткості кожної з ділянок на профілографі-профілометрі моделі 202 заводу "Калібр" (рис. 7). Даний вимірювальний прилад пройшов модернізацію для його підключення до персонального комп'ютера з можливістю в режимі реального часу в програмі PowerGraph будувати профіль вимірювальної деталі з можливістю оцінки геометричних розмірів усіх коливань вимірювального щупа.



Рис. 7. Модернізований профілограф-профілометр моделі 202 заводу "Калібр"

Отримані профілограми трьох ліній зображено на рис. 8-9 відповідно. Аналізуючи три профілограми різних проміжків ділянки, враховуючи геометричну нерівність форми поверхні було визначено, що усереднене статистичне значення висоти між найвищим піком і найнижчою впадиною рівне 93 мкм. Отже, застосуємо знайдене значення при аналізі шорсткості ділянки поверхні №18 в програмному забезпеченні Gwyddion v.2.41 [6]. Параметри зображення аналогічні, що й зображення необробленої поверхні, тобто:

- формат файлу – JPEG;
- розмір зображення – 10 x 10 мм або 5000 x 5000 пікселів;
- палітра зображення - чорно-біла з відтінками сірого.

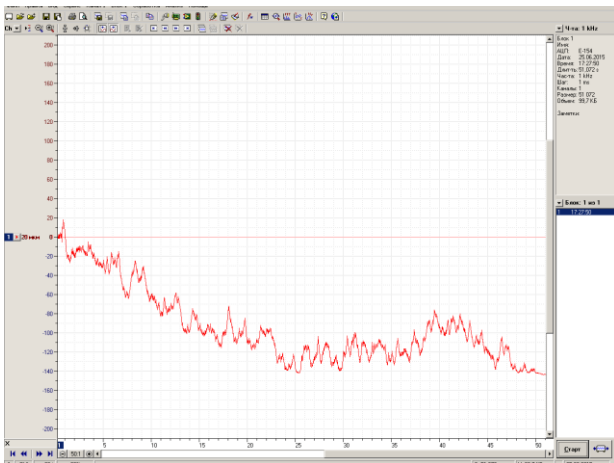


Рис. 8. Профілограма першої лінії на ділянці обробленої поверхні №18

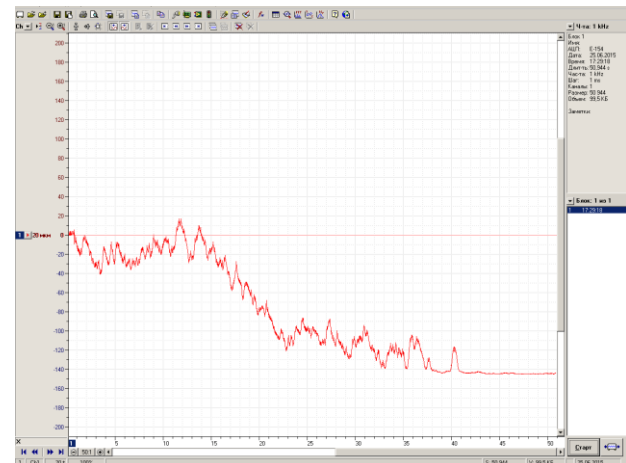


Рис. 9. Профілограма другої лінії на ділянці обробленої поверхні №18

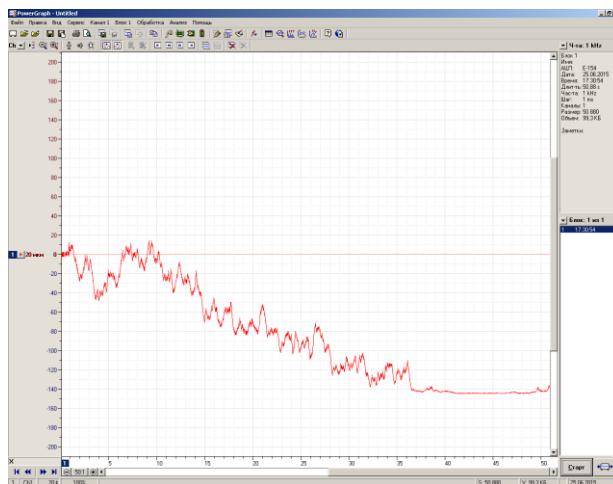


Рис. 10. Профілограма третьої лінії на ділянці обробленої поверхні №18

Отже вікно програми Gwyddion v.2.41 з проаналізованим зображенням ділянки 10 x 10 мм обробленої поверхні №18 зображено на рис. 11.

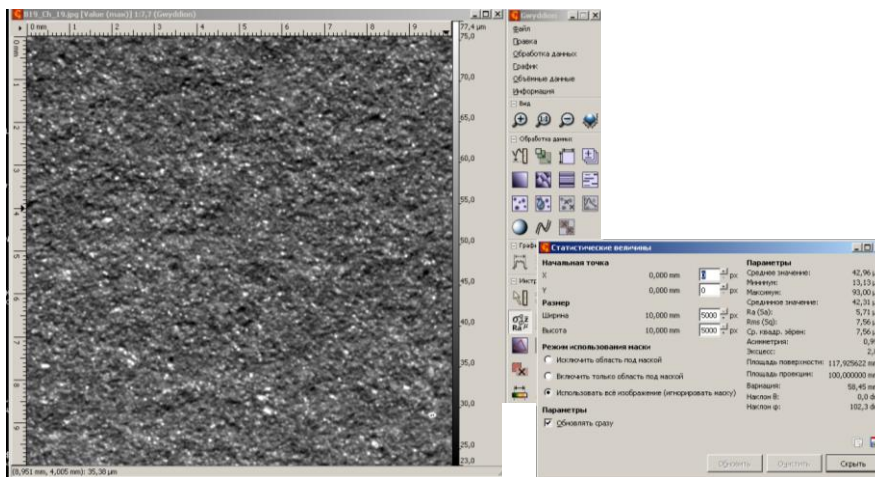


Рис. 11. Інтерфейс програмного забезпечення Gwyddion v.2.41 з проаналізованим зображенням ділянки 10 x 10 мм обробленої поверхні №18

З рис. 11 видно, що після автоматичного калібрування (усунення недоліків сканування) зображення висота між найтемнішим і найсвітлішим пікселем рівна $77,4 - 23,0 = 54,4$ мкм.

Далі після автоматичного статистичного аналізу шорсткості за параметром Ra всієї поверхні площею 10 x 10 мм отримано значення $Ra=5,71$ мкм, що повністю

задовольняє параметру шорсткості готової деталі.

Аналогічним чином були проведені усі інші необхідні експерименти по дослідженню 20 інших ділянок поверхні корпусу водолічильника з різними технологічними параметрами абразивоструменевого оброблення. Профілограми ділянок наведено в додатку В.

В табл. 1 наведено результати оброблення 20 ділянок поверхні водолічильника абразивоструменевим обробленням при різних технологічних режимах та методом описаним вище визначена отримана шорсткість поверхонь.

Таблиця 1.

Результати експериментальних досліджень абразивоструменевого оброблення

№ п/п	Тиск повітря основного потоку, МПа	Час оброблення, с	Переважаючий фракційний склад абразиву, мм	Шорсткість обробленої ділянки поверхні Ra, мкм	Шорсткість необробленої ділянки поверхні Ra, мкм
1	0,6	5	від 0,2 до 0,315	24,8	43,2
2	0,65	5	від 0,2 до 0,315	15,6	40,3
3	0,7	5	від 0,2 до 0,315	14,3	39,6
4	0,55	5	від 0,2 до 0,315	19,9	48,3
5	0,5	5	від 0,2 до 0,315	9,1	49,7
6	0,6	15	від 0,2 до 0,315	5,6	37,8
7	0,65	15	від 0,2 до 0,315	6,6	32,2
8	0,7	15	від 0,2 до 0,315	6,6	68
9	0,55	15	від 0,2 до 0,315	8	55,1
10	0,5	15	від 0,2 до 0,315	7,1	46
11	0,6	5	від 0,1 до 0,2	13,5	43
12	0,65	5	від 0,1 до 0,2	13	42,1
13	0,7	5	від 0,1 до 0,2	10,7	34,4
14	0,55	5	від 0,1 до 0,2	10,5	33,5
15	0,5	5	від 0,1 до 0,2	7,8	39,5
16	0,6	15	від 0,1 до 0,2	11,1	32,8
17	0,65	15	від 0,1 до 0,2	7,6	42
18	0,7	15	від 0,1 до 0,2	8,6	41
19	0,55	15	від 0,1 до 0,2	12,8	39,7
20	0,5	15	від 0,1 до 0,2	10,7	43

Згідно технологічного процесу виготовлення деталі водолічильника КВБ-10 на контрольній операції 180 перевіряється відсутність приливів, слідів іржі та пригарів із забезпеченням шорсткості поверхні Rz 40, що відповідає еквівалентній не більшій величині Ra 12,5.

Аналізуючи табл. 1, даний параметр шорсткості забезпечується при режимах, що застосовуються в дослідженнях при порядкових номерах 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20. В результаті при експериментальному дослідженні було виявлено, що абразивоструменеве оброблення внутрішньої поверхні водолічильника з сірого чавуну марки СЧ 20 виготовленого литтям, доцільно проводити з використанням абразиву фракційного складу від 0,1 мм до 0,2 мм та часу оброблення 5 с. Дані режими є найбільш раціональними і забезпечують вимоги шорсткості до поверхні даної деталі.

Список використаних джерел:

1. Sychuk V. Developing new design and investigating porous nozzles for abrasive jet machine / V. Sychuk, O. Zabolotnyi, A. McMillan // "Порошковая металлургия" Международный научно-технический журнал. Выпуск 9,10 (499) (сентябрь/октябрь 2014) – Киев: Институт проблем материаловедения, 2014. – С. 136-142.
2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений / У. Прэтт. – Пер с англ. М.: Мир. – 1982. Т.2. – 480 с.
3. Пуятин Е.П. Обработка изображений в робототехнике / Е.П. Пуятин, С.И. Аверин. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
4. Стась О.М. Комп'ютерні методи дослідження в металографічному аналізі / О.М. Стась, В.П. Гаврилюк // Методи дослідження та контролю якості металів. – 2000. – №1-2. – С. 48-52.
5. Повстяной О.Ю. Металографічний аналіз та обробка зображень мікроструктури сопел для пікоструменевої обробки, які виготовляються методами порошкової металургії / О.Ю. Повстяной, В.А. Сичук, А. Макмиллан, В.Д. Рудь, О.В. Заболотний // "Порошковая металлургия" Международный научно-технический журнал. Выпуск 3,4 (502) (март/апрель 2015) – Киев: Институт проблем материаловедения, 2015. – С. 136-143.
6. [Електронний ресурс] <https://www.youtube.com/playlist?list=PL7D2C352DE3927478> – AFM Tutorials Gwyddion.

Стаття надійшла до редакції 25.04.2016.