

А. Скрипник, В. Клименко

Газогидратная технология утилизации диоксида углерода из сатураторного газа сахарного производства

Разработана принципиальная схема и термодинамический цикл альтернативной газгидратной технологической установки утилизации диоксида углерода, в которой предусмотрено получения CO₂ из отработанного сатураторного газа сахарного производства в виде льдогазгидратных капсул диоксида углерода и сухого льда. Получены расчетные уравнения, необходимые для проектирования газгидратных элементов рассмотренной установки, а именно кристаллизатора газгидратов и образателя льдогазгидратных капсул

A. Skrypnyk, V. Klymenko

Gas hydrates technology of recycling carbon dioxide from the carbonator sugar production gas of sugar manufacture

The circuit diagramme and thermodynamic cycle of alternative gas hydrates the fabrication system of a utilizations of carbon dioxide in which one it is envisioned productions CO₂ from completed the carbonator sugar production gas in an aspect capsule of carbon dioxide gas hydrate and dry ice sheaths is developed. The rated equations indispensable for projection gas hydrates of units of observed installation, namely a crystallizer pan gas hydrates and installation for building capsule of carbon dioxide gas hydrate sheaths are gained.

Одержано 28.03.11

УДК 621.822.172:621.7.079

Д.Ю. Федориненко, доц., канд. техн. наук

Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”

Експериментальні показники точності шліфувального верстата з регульованими шпindelьними гідростатичними підшипниками

Визначені експериментальні показники радіального биття конуса шпінделя, що базує, статичної жорсткості шліфувального верстата з регульованими радіальними гідростатичними підшипниками шліфувального шпінделя.

точність, шпіндель, регульований гідростатичний підшипник, шліфувальний верстат, радіальне биття, статична жорсткість

Точність – один з основних показників якості машини, що в значній мірі визначає технічний рівень машинобудівних виробів. Сучасний розвиток машинобудівної галузі постійно вимагає підвищення якості виробів, яка безперервно пов'язана з точністю металорізальних верстатів. Основною вимогою до верстата є його здатність забезпечувати якість оброблених рiзанням деталей, яка, насамперед, обумовлена точністю формоутворюючих рухів вузлів верстата. На шпіндельний вузол припадає до 80% відсотків похибок в загальному балансі точності верстата [1]. Ефективним засобом вирішення поставленої проблеми є застосування керованих гідростатичних підшипників (ГСП) в якості опор прецизійних шпіндельних вузлів.

Точність металорізальних верстатів та методи її контролю регламентується відповідними стандартами. Точність шпіндельного вузла характеризується точністю його обертання у власних опорах, що може бути оцінена регламентованими

параметрами радіального, осевого та торцевого биття окремих його елементів [2, 3].

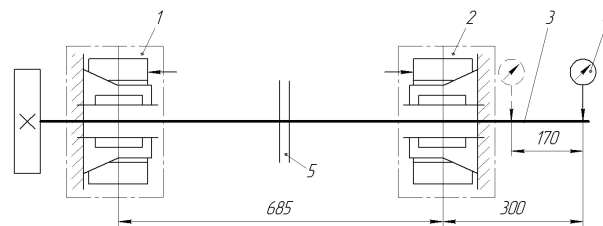
В роботі [4] запропонований варіаційний підхід до аналізу точності верстатів, надані загальні рекомендації до розрахунку вихідної точності шпиндельних вузлів. Аналіз вихідної точності шпиндельних вузлів, зокрема на ГСП, на основі інтегральних показників, що визначаються траєкторіями руху опорних точок шпинделя, докладно розглянутий в роботах [1, 5]. Там же відмічається перспективність застосування гідростатичного мащення шпиндельних вузлів для прецизійної обробки деталей.

Авторами роботи [6] відзначається, що керування вихідними параметрами шпиндельних ГСП дозволяє істотно підвищити точність обертання шпинделя під навантаженням з боку процесу різання. Проте, незважаючи на накопичений досвід, задача підвищення точності шпиндельних вузлів засобами адаптованими до промислових умов не вирішена і є актуальною для сучасного машинобудування.

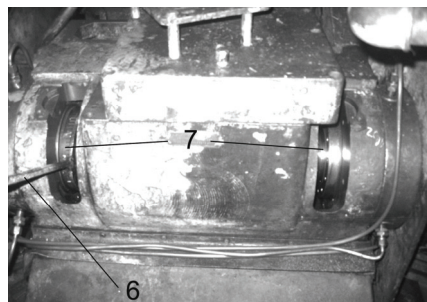
Метою роботи є визначення експериментальним шляхом ефективності застосування модернізованої конструкції шпиндельного вузла на керованих ГСП для підвищення точності тоцекруглошліфувального верстата ЗТ161.

Експериментальні дослідження характеристик точності здійснювали на базі торцекруглошліфувального верстата моделі ЗТ161 з модернізованою конструкцією шліфувальної бабки (рис. 1) з регульованими радіальними ГСП шпинделя. Шліфувальний шпиндель, встановлений на двох радіальних ГСП (рис. 2, а) з можливістю регулювання статичної величини радіального зазору δ_0 в процесі налагодження верстата та опорному нерегульованому гідродинамічному підшипнику. Регулювання зазору δ_0 виконують обертанням гайки 3 (див. рис. 2, а) на кут α , яка упираючись в торець корпусу підшипника надає зворотно-поступального руху гідростатичній втулці 1, пелюстки якої зовнішньою конічною поверхнею, рухаючись по внутрішній конічній поверхні втулки 2, зменшують (збільшують) робочий отвір між шпинделем і втулкою 1, тобто здійснюється регулювання статичного зазору δ_0 в ГСП. Докладно процес регулювання та конструкція шпиндельних підшипників викладені в монографії [6].

Для мащення опорних вузлів шліфувального шпинделя розроблена принципова гідравлічна схема та складений експериментальний зразок системи живлення (рис. 2, б).



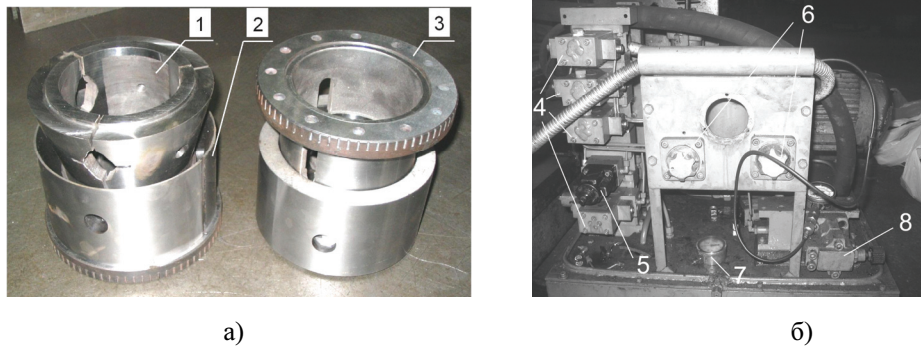
а)



б)

1 – задній підшипник, 2 – передній підшипник, 3 – шпиндель, 4 – індикатор, 5 – упорний підшипник;
6 – ключ для регулювання зазору; 7 – гайки підшипників

Рисунок 1 – Принципова схема а) та загальний вигляд б) шліфувальної бабки з регульованими ГСП



1 – гідростатична втулка; 2 – конічна втулка; 3 – гайка; 4 – голчасті дроселі із зворотними клапанами; 5 – регулятор витрати рідини; 6 – перемикачі потоків на манометр; 7 – манометр; 8 – запобіжний клапан

Рисунок 2 – Загальний вигляд а) експериментальних зразків регульованих радіальних ГСП та гідравлічної станції б) системи живлення

Точність шліфувального верстата оцінювалася показниками статичної жорсткості та радіального биття кінця, що базує, шліфувального шпинделя під абразивний круг. Радіальне биття кінця шліфувального шпинделя вимірювалося відповідно до рекомендацій [7, п. 2.18] за методикою [3, розділ 15, метод 1]. У відповідності до схеми вимірювання рис. 3, а складалася експериментальна установка, наведена на рис. 3, б.

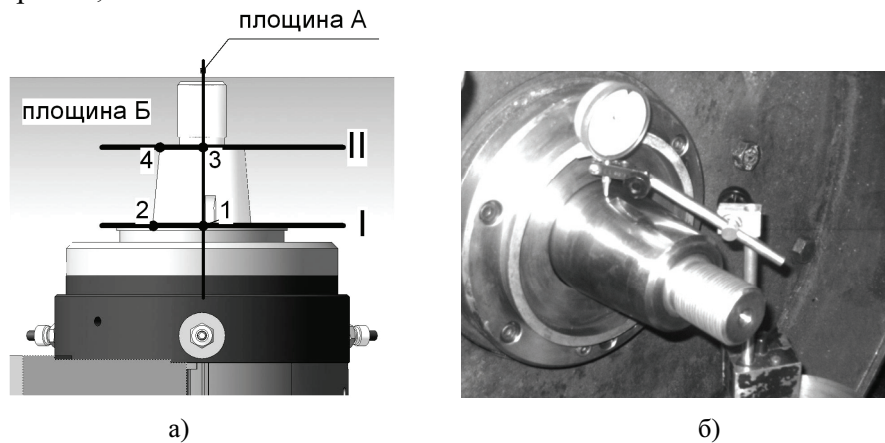


Рисунок 3 – Загальна схема вимірювання радіального биття а) кінця шліфувального шпинделя та встановлення індикатора в точці 1 б)

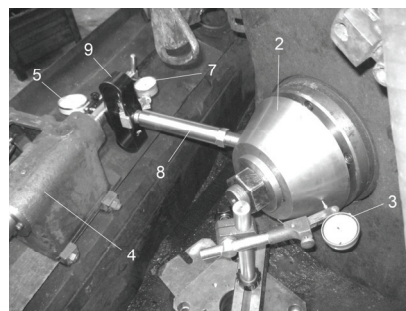
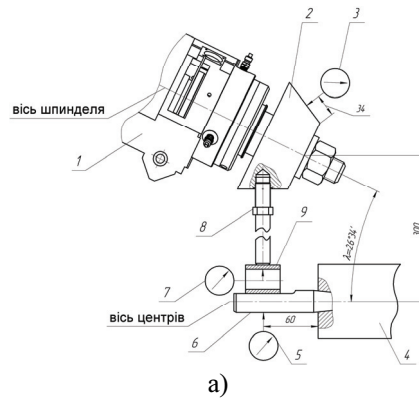
Виміри радіального биття здійснювали в двох поперечних перетинах I і II в двох ортогональних площинах А і Б. (див. рис. 3, а). Для виміру радіального биття поверхні (в точках встановлення приладу 1 – 4) шпиндель обертали в напрямку робочого руху на кут 360° і визначали алгебраїчну різницю показань індикатора. Для кожної експериментальної точки результат виміру повторювали три рази. Радіальне биття в перетинах I і II визначали як середньо арифметичне значення за показниками індикаторів в точках 1, 2 та 3, 4 відповідно. За радіальне биття кінця шпинделя приймали найбільшу величину, визначену в перетинах I і II.

Статична жорсткість верстата вимірювалася згідно рекомендацій [2] за методикою [7, додаток 2]. У відповідності до схеми на рис. 4, а складала експериментальну установку, представлену на рис. 4, б.

На конусі шліфувального шпинделя встановлювали спеціальну конічну оправку 2 з кутом нахилу конічної поверхні, що дорівнює куту λ розташування шліфувального шпинделя відносно лінії центрів. В конус пінолі задньої бабки 4 встановлювали оправку 6 з лискою, в яку упирався динамометр 9. У площині формоутворення за

допомогою навантажувального пристрою 8 створювали плавно збільшуване навантаження, що визначалося за тарувальною характеристикою динамометру 9 та спрямовувалося за лінією, яка перетинає вісі центрів і шліфувального шпинделя.

Особливістю кінематики торцекруглошліфувального верстату є розташування шліфувального шпинделя під кутом до лінії центрів. При цьому напрямок виміру переміщень шпинделя розташований під кутом до лінії навантаження (див. рис. 4). Для забезпечення відповідності напрямків навантаження та виміру зміщень здійснювався перерахунок сил за напрямком вимірювання за залежністю $P = P_n \cdot \cos(2\lambda)$ з побудовою залежності $P = f(\xi)$, де P_n – навантаження на шпиндель за тарувальною характеристикою динамометра; ξ – зміщення шліфувального шпинделя за показниками індикатора 3.



1 – шліфувальна бабка; 2 – конічна оправка; 3, 5, 7 – індикатори годинникового типу; 4 – задня бабка;
6 – оправка з конічним хвостовиком; 8 – навантажувальний пристрій; 9 – динамометр

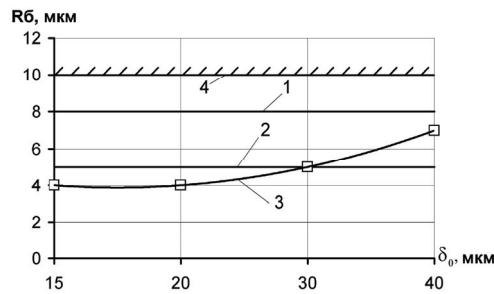
Рисунок 4 – Схема а) та загальний вигляд експериментального устаткування б) для вимірювання статичної жорсткості верстата

Відносне зміщення шліфувального шпинделя та пінолі задньої бабки фіксували за показниками індикаторів 5 і 3. Величину зміщення визначали як середньоарифметичне значення двох вимірів при фіксованому навантаженні. За відносне зміщення приймали суму пружних відхилень шліфувального шпинделя та пінолі при відповідності $P_n = P(\xi)$.

В процесі експерименту обертанням гайки регульованого ГСП за допомогою спеціального ключа (див. рис. 1, б) змінювався радіальний статичний зазор δ_0 в кожній опорі шліфувального шпинделя. Відповідність кута повороту гайки і статичного зазору встановлювалася попереднім налагодженням з нанесенням відповідних позначок на корпусі шліфувальної бабки і гайках передньої та задньої опор шпинделя.

З метою оцінювання точності обертання шліфувального шпинделя проводили серію дослідів з визначення радіального биття його переднього кінця (рис. 5). Зменшення величини зазору δ_0 в ГСП дозволило підвищити точність обертання шпинделя (в статичному положенні) в радіальному напрямку шляхом зменшення рівня

радіального биття на 3 мкм (див. криву 3 на рис. 5), а в порівнянні з базовою конструкцією верстата з гідродинамічними опорами шпинделя – в 2 рази.

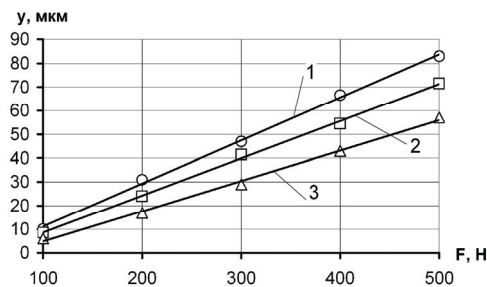


1 - R_б шпинделя базової моделі верстата [8]; 2 - R_б шпинделя для верстатів класу точності П [7]; 3 - R_б шпинделя на регульованих ГСП; 4 – припустима величина R_б шпинделя для базової моделі верстата [8]

Рисунок 5 – Радіальне биття R_б переднього кінця шліфувального шпинделя під круг в процесі регулювання радіального зазору δ_0 в ГСП

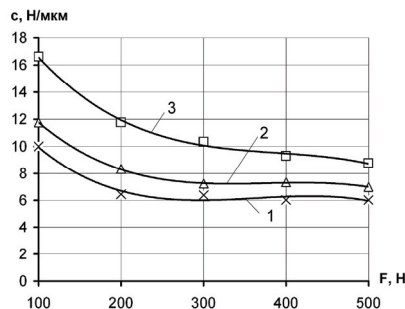
Встановлено, що регулюванням зазору в ГСП вдалося підвищити клас точності верстата за вимогами радіального биття до переднього кінця шліфувального шпинделя. Як видно з рис. 5 величина R_б для значень зазору $\delta_0 \leq 30$ мкм відповідає класу точності П верстатів шліфувальної групи [7].

Однією з основних характеристик шліфувальних верстатів з точки зору формування точності механічної обробки є статична жорсткість. На рис. 6, 7 приведені характеристики відносних зміщень та жорсткості верстата в площині формоутворення, з яких видно, що при зменшенні радіального зазору в ГСП шліфувального шпинделя величина статичної жорсткості підвищується у всьому діапазоні регулювання.



1 – $\delta_0=40$ мкм; 2 – $\delta_0=30$ мкм; 3 – $\delta_0=20$ мкм

Рисунок 6 – Переміщення у шліфувального шпинделя на регульованих ГСП відносно пінолі задньої бабки під навантаженням F

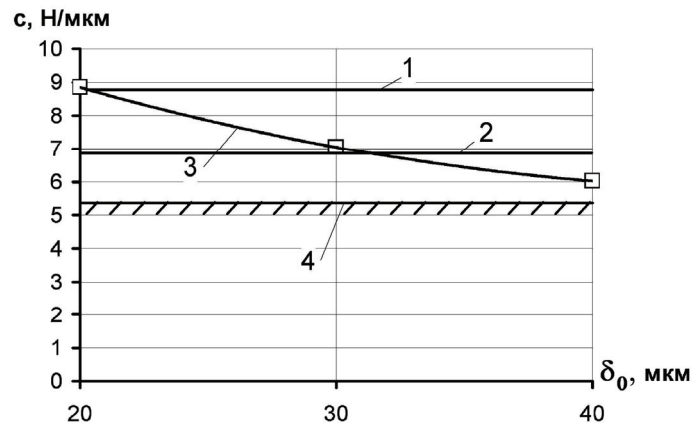


1 – $\delta_0=40$ мкм; 2 – $\delta_0=30$ мкм; 3 – $\delta_0=20$ мкм

Рисунок 7 – Статична жорсткість c верстата ЗТ161 на регульованих шпиндельних ГСП у функції навантаження F

Статична жорсткість модернізованої конструкції верстата 3Т161 визначається в діапазоні розрахункових навантажень, насамперед, податливістю шліфувального шпинделя у власних опорах. Максимальні значення жорсткості c мають місце в діапазоні менших навантажень, що відповідає робочим процесам в ГСП, які забезпечують максимальну жорсткість при центрованому положенні шпинделя.

В процесі регулювання конструктивними параметрами шпиндельних ГСП встановлено, що жорсткість модернізованої конструкції верстата 3Т161 відповідає вимогам класу точності П, В в діапазоні значень $\delta_0 \leq 30$ мкм (рис. 8). Для величин регульованого зазору $\delta_0 \approx 20$ мкм за показником жорсткості верстат задовольняє вимогам класу точності А.



1 – припустиме значення жорсткості для класу точності верстатів А [7]; 2 - припустиме значення жорсткості для класу точності верстатів П, В [7]; 3 – жорсткість верстата на регульованих ГСП; 4 – припустиме значення жорсткості для базової моделі верстата [8]

Рисунок 8 – Статична жорсткість c верстата 3Т161 в процесі регулювання зазору δ_0 в ГСП шпинделя

Отримані експериментальні значення радіального биття конуса шпинделя, що базує, та статичної жорсткості шліфувального верстату в функції статичного радіального зазору в регульованих гідростатичних підшипниках шліфувальної бабки. Встановлено, що регулювання геометрією зазору в радіальних ГСП шліфувального шпинделя дозволило підвищити точність торцекруглошліфувального верстата 3Т161 за радіальним биттям конуса шпинделя під абразивний круг до класу П; за вимогами статичної жорсткості – до класу А.

Застосування регульованої конструкції гідростатичних опорних вузлів шпинделя може бути використано для підвищення точності металообробного обладнання широкої номенклатури.

Список літератури

1. Пуш А.В. Шпиндельные узлы: качество и надежность / А.В. Пуш. – М.: Машиностроение, 1992. – 288 с.
2. Станки металлорежущие. Общие требования к испытаниям на точность: ГОСТ 8-82. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 12 с.
3. Станки металлорежущие. Схемы и способы измерений геометрических параметров: ГОСТ 22267-76. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 149 с.
4. Решетов Д.Н. Точность металлорежущих станков / Д.Н. Решетов, В.Т. Портман. – М.: Машиностроение, 1986. – 336 с.
5. Проников А.С. Программный метод испытания металлорежущих станков / А.С. Проников. – М.: Машиностроение, 1985. – 288 с.
6. Регульовані гідростатичні підшипники для шпиндельних вузлів / Ю.О. Сахно, Д.Ю. Федориненко, С.В. Бойко, В.С. Волик. – Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2009. – 172 с.
7. Станки круглошлифовальные. Основные параметры и размеры. Нормы точности: ГОСТ 11654-90. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 36 с.

8. Станок торцекруглошлифовальный модели ЗТ161. Руководство к станку. – Х.: ХСЗ, 1968. – 80 с.

Д. Федориненко

Экспериментальные показатели точности шлифовального станка с регулируемыми шпиндельными гидростатическими подшипниками

Определены экспериментальные показатели радиального биения базированного конуса шпинделя, статической жесткости шлифовального станка с регулируемыми радиальными гидростатическими подшипниками шлифовального шпинделя

D. Fedorynenko

Experimental indexes of grinding machine exactness are with the spindle regulabled hydrostatistical bearings

The experimental indexes of the radial beating of spindle cone which bases are definition, static stiffness of grinding machine with the regulabled radial hydrostatistical bearings of grinding spindle

Одержано 30.03.11

УДК 621. 923

О.О.Ситник, канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Регулювання теплопровідності композиційної різальної кераміки

Наведені результати теоретичних та експериментальних досліджень впливу співвідношення товщин шарів пластин із композиційного матеріалу «кераміка-твердий сплав» на їх теплопровідність. Встановлені параметри, які найбільш тісно пов'язані зі стійкістю інструмента.

кераміка, теплопровідність, підложка

Ефективність використання різальної кераміки при металообробці сягає оптимальних значень в області високих швидкостей різання. При цьому температура в зоні різання підвищується до 1000...1200⁰С, а у деяких випадках може сягнути температури пластичної деформації кераміки. Різальна кераміка має відносно низьку теплопровідність, що знижує експлуатаційні властивості інструмента, який оснащений цим матеріалом. Знизити температурний градієнт в матеріалі та збільшити термостійкість можливо шляхом змінювання складу кераміки, збільшуючи її теплопровідність, або шляхом застосування шаруватих різальних пластин [1], у яких різальним шаром є кераміка на основі Al₂O₃, а підложкою – твердий сплав, з оптимальною товщиною цих шарів, щоб, не знижуючи міцності, збільшити тепловідведення з пластини. Розглянемо тепловідведення через шарувату різальну пластину, наведену на рисунку 1.