

# GrindingHub 2024

## Усі інновації у шліфуванні — тут!

З 14 по 17 травня 2024 року в Штутгарті проходила виставка GrindingHub, на якій було представлено новітнє обладнання, інструмент, технології, дослідження та програмні продукти, призначені для шліфування. Близько 500 компаній з 31 країни світу презентували тут свої інновації.

Сьогодні в машинобудуванні, як і в багатьох інших галузях промисловості, наслідки нинішньої економічної кризи і структурних проблем стають усе більш очевидними. На тлі цінового тиску та дефіциту кваліфікованих працівників виробники шліфувального обладнання, заточувальних верстатів, інструменту, а також оснастки, систем фільтрації та ЗОР тощо представили свої технічні рішення для протидії негативним процесам за допомогою автоматизації та оцифрування.



www.grindinghub.de



www.grindinghub.de

## НОВІ ШЛІФУВАЛЬНІ ВЕРСТАТИ ТА КОНЦЕПЦІЇ ПІДВИЩУЮТЬ ВАРІАТИВНІСТЬ

Компанія **Erwin Junker Maschinenfabrik GmbH** із Нордраху представила на виставці GrindingHub шліфувальні верстати нової серії Plattform 3. Вони дуже гнучкі та можуть бути адаптовані до різних завдань завдяки своїй модульній конструкції. Широкий спектр конфігурацій дозволяє реалізувати процеси шліфування на одній платформі з використанням максимальної кількості уніфікованих компонентів. Наприклад, на базі однієї платформи можуть бути зібрані як високошвидкісні верстати для шліфування алмазним інструментом, так і верстати для шліфування традиційним абразивним інструментом. Така уніфікація не тільки підвищує економічну ефективність, але і скорочує терміни поставки та пропускну здатність. Використання ідентичних деталей також підвищує доступність запасних частин. Основою верстата є станина з мінерального лиття, на яку можуть встановлюватися різні модулі — стіл, напрямні, шпindel, задня бабка. Можна встановити до трьох шліфувальних шпindelів.

Верстати оснащені вбудованою вимірювальною системою, яка контролює розміри заготовок під час обробки та вносить корективи для компенсації таких факторів, як знос інструменту та коливання температури. Інтегрована система автоматизації передбачає як ручне завантаження, так і використання промислових роботів або порталних навантажувачів.

У сегменті верстатів для зовнішнього круглого шліфування група **NSH** із Хемніцу представила на виставці GrindingHub новий **Wotan S3A** — компактний круглошліфувальний верстат для обробки дрібних і середніх заготовок вагою до 600 кг і діаметром від 600 до 2000 мм. Верстат має гранітну станину та дві лінійні осі Z і X, керовані ЧПК, встановлені на гідростатичних напрямних, що значно зменшує знос порівняно з традиційними кульковими або роликовими гвинтовими напрямними. Залежно від вимог верстат може оснащуватися ременним, прямим або гідравлічним шпindelом. Додатково можуть бути інтегровані пристрій для правлення інструменту, вимірювальні системи, шліфувальні вузли різної конфігурації.

**Rollomatic SA** зі Швейцарії представила свою нову машину **GrindSmart 630 RS**. Це 6-осьовий заточувальний верстат для виготовлення інструментів загальною довжиною до 500 мм, діаметром від 0,1 до 20,0 мм і максимальною довжиною паза 140 мм. Ці інструменти застосовуються, наприклад, у медичній техніці. Управління інструментом усередині верстата здійснюється роботом. Можуть бути реалізовані різні типи конструкцій, наприклад з пристроєм для зміни шліфувального круга або без нього. Осі приводяться в рух лінійними двигунами.



## РІШЕННЯ ДЛЯ ШЛІФУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ ДИСКІВ ІЗ ТВЕРДИМ ПОКРИТТЯМ

З метою зменшення викидів забруднювальних речовин і дрібного пилу стандарт Євро-7 встановлює верхню межу викидів дрібного пилу з гальмівних систем. Саме тому поточні розробки та дослідницькі проекти орієнтовані саме на це. Одним з підходів до реалізації є гальмівні диски з покриттям із твердого матеріалу. Вони дозволяють зменшити стирання до 90 відсотків. Проте покриття твердого матеріалу створює проблеми при обробці через відносно м'яку матрицю з вбудованими карбідами та різну різальну здатність двох матеріалів. Технологічний ланцюжок виробництва гальмівних дисків з твердим покриттям включає, серед іншого, токарну обробку, лазерне нанесення покриття та шліфування. Ці етапи процесу приводять до виникнення додаткових факторів, які необхідно враховувати при управлінні процесом шліфування. Це вимагає цілісного бачення та координації всіх етапів.

Група **Emag** із Залаху на виставці GrindingHub представила фрагменти технологічного ланцюжка обробки гальмівних дисків з твердосплавним покриттям, у тому числі **VLC 450 DG** — спеціалізований верстат для високоточного шліфування таких дисків.

Верстат виконує двостороннє шліфування, що робить його особливо продуктивним завдяки одночасній обробці обох робочих поверхонь диска, швидкості та коротким циклам обробки. Ця технологія широко використовується при виробництві гальмівних дисків. Отримані при цьому перехресні шліфувальні структури, які створюються перпендикулярно осі обертання, поліпшують трибологічні характеристики гальмівних дисків порівняно зі структурами, розташованими по колу. Вертикальне розташування шпинделя полегшує видалення твердих частинок і забезпечує зручний доступ для налаштування й обслуговування.

Шліфувальний інструмент виконаний у вигляді змінного кільця, яке, завдяки невеликій вазі (менше п'яти кілограмів), легко замінюється.

Верстат оснащений автоматичною системою завантаження та розвантаження, включно з човником подачі та підйомником для заготовок, що дозволяє інтегрувати його у виробничу лінію.



<https://www.emag.com/products-services/machines/grinding-machines/brake-disc-grinding-machines/vlc-450-dg/>



www.grindinghub.de/

Чимало невеликих компаній також презентували свої інновації на GrindingHub.

Компанія **Avyac** продемонструвала свій **NC18** — компактний автоматичний 5-осьовий свердильно-шліфувальний верстат з ЧПК. Він призначений для виробництва свердел діаметром від 1 до 8 мм зі швидкорізальної сталі та твердого сплаву, і опціонально може бути виготовлений для свердел діаметром до 14,5 мм. Максимальна довжина оброблюваного інструменту становить 320 мм. Карусельний навантажувач дозволяє встановити на верстат до 90 інструментів. Вони завантажуються і розвантажуються за допомогою сили тяжіння завдяки спеціальній конструкції. Для заточування використовуються алмазні або CBN-шліфувальні круги діаметром 100 мм. Вбудований датчик торкається ріжучих кромek, щоб визначити їх положення для переточування.

## НОВЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПРОЦУЄ РОЗРОБКУ ТА ПЛАНУВАННЯ ПРОЦЕСІВ

Крім шліфувальних верстатів, на виставці було представлено численні розробки програмного забезпечення для планування та проєктування процесів. Як приклад можна навести впровадження **Power Skiving Tools** у програмне забезпечення **SIGSpro** компанії **Alfred H. Schütte GmbH & Co. KG** з Кельну. Це дозволяє автоматично створювати **CNC**-програми на основі даних про заготовки, шліфувальні круги і технології, які потім передаються в систему управління верстатом і виконуються. **Power Skiving** — це альтернативний метод виготовлення зубчастих передач, за якого осі інструменту та заготовки розташовані під кутом одна до одної.

Завдяки нахилу інструменту, заданій осьовій подачі та синхронізованому обертанню інструменту і заготовки відбувається їх рух стосовно одне одного, у результаті чого уздовж основної ріжучої кромки інструменту вирізається зубчастий паз.

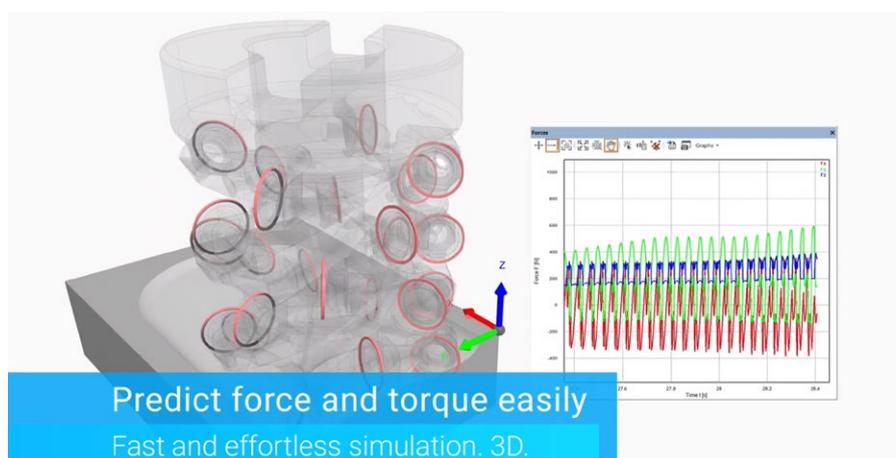
До переваг методу можна віднести можливість обробки як зовнішніх, так і внутрішніх зубчастих передач, невеликі розміри залишкової частини, а також можливість виготовлення різних типів зубчастих передач за один установчий цикл.



[www.grindinghub.de/](http://www.grindinghub.de/)



Два стартапи, компанії **AI-omatic Solutions GmbH** із Гамбурга і **Tetralytix GmbH** із Ганноверу представили свої програмні рішення для оптимізації виробничих процесів. Програмне забезпечення **Toolyer** від **Tetralytix** дозволяє аналізувати й оцінювати будь-яку форму інструментів та процеси різання. Окрім прогнозування зусиль різання, крутних моментів і потужності, можна також визначити критичні умови різання та передбачити якість заготовок. Це, зокрема, скорочує час на розробку та знижує витрати.



<https://tetralytix.de/en/toolyer/>

Ще одним способом зниження витрат у виробничому процесі є забезпечення стабільності процесу та запобігання простоям обладнання. Компанія **AI-omatic** розробила програмне забезпечення, яке за допомогою імовірнісних моделей може служити альтернативою традиційним підходам до технічного обслуговування. У режимі реального часу відстежується стан обладнання та на основі різних інтегрованих джерел даних формуються прогнози щодо необхідності технічного обслуговування систем.

## КОМПЛЕКСНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ШЛІФУВАЛЬНОГО ВЕРСТАТА ТА ПЕРИФЕРІЙНИХ ПРИСТРОЇВ ДОЗВОЛЯЄ ЕФЕКТИВНО УПРАВЛЯТИ ПРОЦЕСОМ

Потужність шліфувального верстата — не єдиний вирішальний фактор для ефективного виробництва високоякісних заготовок. Проєктування оптимального, ресурсоощадного процесу шліфування вимагає комплексного підходу до проєктування шліфувального верстата та його периферії. Наприклад, коли йдеться про подачу мастильних матеріалів, можна розмежувати сам мастильний матеріал, відповідні стратегії його подачі, фільтрації, повторного використання або утилізації. Компанії **Oelheld GmbH** зі Штутгарту, **Carl Bechem GmbH** із Хагену, швейцарська **Blaser Swisslube AG** і **Knoll Maschinenbau GmbH** із Бад-Заульгау представили на виставці GrindingHub свої рішення цих завдань.

Важливою складовою всіх інструментальних і шліфувальних верстатів є шпindel. Компанія **GMN** із Нюрнберга представила свою нову серію шпindelів **UH**, призначену для процесів внутрішнього та зовнішнього круглого шліфування. У всіх варіантах вони відрізняються значною оптимізацією ключових характеристик продуктивності.

Вперше **GMN** використовує синхронні двигуни з максимальною потужністю 32 кВт і швидкістю до 120 000 об/хв у серійних шпindelах. Завдяки більш високому крутному моменту синхронні двигуни можуть забезпечувати ту ж продуктивність за меншої встановленої потужності порівняно з асинхронними двигунами, що поліпшує використання доступного діапазону потужності та підвищує загальну ефективність.

Підвищена питома потужність і водночас знижене енергоспоживання також забезпечують ряд переваг у конструкції шпинделя. Великі центральні отвори, кулькові підшипники в поєднанні з більш короткими валами забезпечують більш плавний хід. Краща динамічна жорсткість і вантажопідйомність дозволяють використовувати більш потужні та важкі інструменти, а також досягати більш високих максимальних швидкостей. Оскільки ротор менше нагрівається, вал менш термічно зміщений, що зменшує потребу в охолодженні. Це також зменшує витрату повітря і мастила шпindelом.

Надійне та оптимальне змащення забезпечує **PRELUB GP PLUS GMN** — масляно-повітряний розпилювач останнього покоління. **PRELUB GP PLUS** розширює функції свого попередника **PRELUB GP** завдяки інтелектуальній системі керування **IDEA-4LUB**, а також електромагнітному клапану та двоступеневому контролю рівня. Новий **PRELUB GP PLUS** оптимально адаптований

для використання з мотор-шпindelами **GMN**. Як тільки цикл попереднього змащування один раз буде визначено, пристрій автоматично перейде до звичайного циклу змащення. Таким чином гарантується, що високоточні кулькові підшипники будуть забезпечені достатньою кількістю масла. **IDEA-4LUB** надає інформацію про температуру підшипників, стан охолоджувальної рідини, швидкість, а також вібрацію та переміщення шпинделя.

Система ЧПК верстата ідентифікує шпindel за його цифровим паспортом. Зчитує інформацію, пов'язану зі змащенням, і передає її в систему управління. Завдяки цьому процес змащення шпинделя можна автоматизувати та контролювати в міру необхідності відповідно до заданих параметрів. Наприклад, якщо шпindel зупиняється, цикл змащення може бути перерваний, і мастило можна заощадити. Крім того, регулюється і його вентиляція.

Базовою технологією IIoT є вбудована система, розроблена **GMN**. Датчики, розміщені на шпindelі, безперервно визначають найважливіші параметри процесу, які передаються у двосторонньому режимі в реальному часі через **IO-Link** на систему управління верстатом і у виробничу мережу. Це дозволяє постійно оптимізувати процес і оперативно реагувати на небажані події, тим самим підвищуючи ефективність роботи вузлів і мінімізуючи споживання ресурсів.

На додаток до серії шпindelів **UH** і нового покоління лубрикаторів **Prelub GPi Plus** на GrindingHub компанія **GMN** представила інструмент для онлайн-розрахунків — **SpiOnline**. Він дозволяє перед початком обробки вибрати оптимальну комбінацію інструменту та шпинделя для відповідного процесу шліфування.

З одного боку, можна знайти оптимальний інструмент для наявного шпинделя, а з іншого боку, можна визначити правильний шпindel для застосувань, які вимагають спеціальних інструментів. Вибір певного інструменту дозволяє, наприклад, досягти діапазону швидкостей, який найбільш оптимально відповідає очікуваному результату обробки.



www.grindinghub.de/

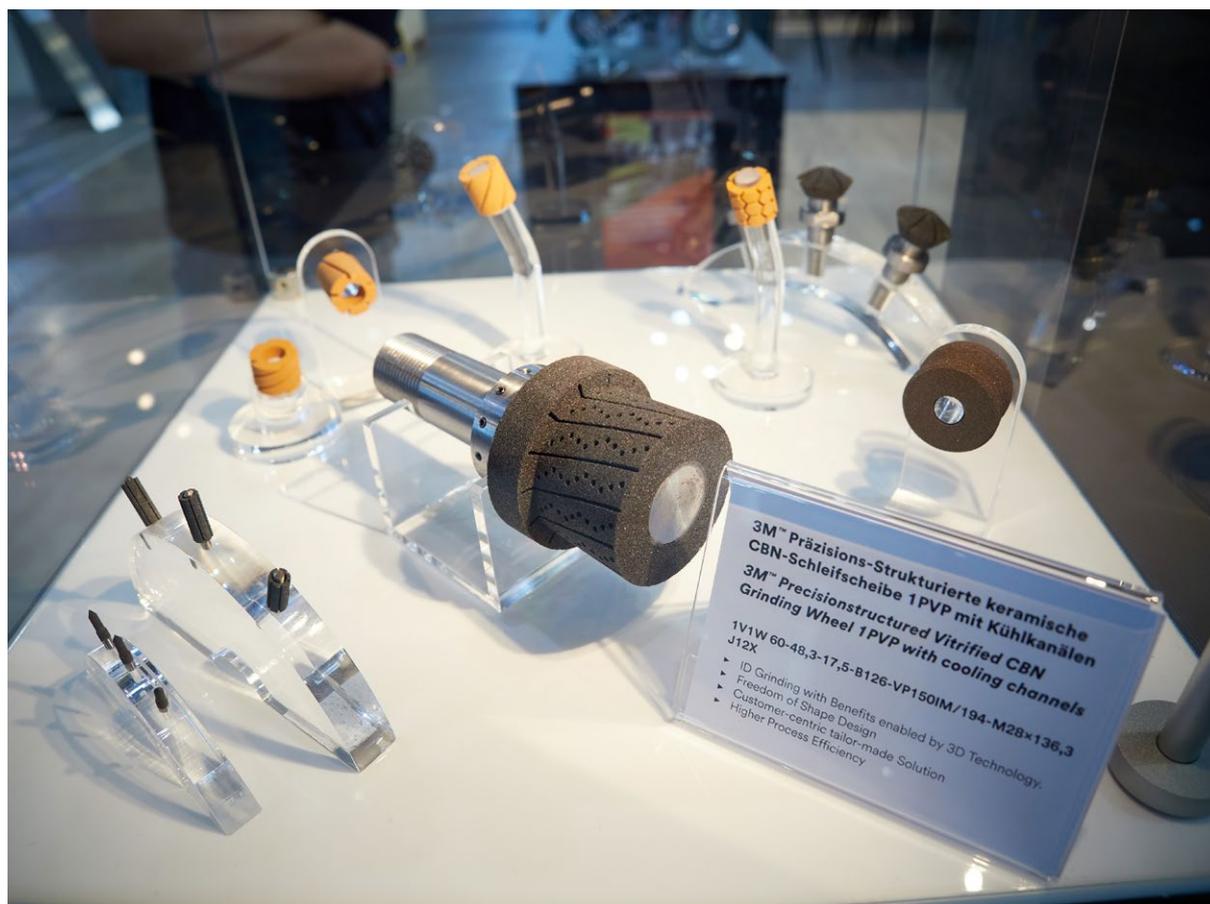
## АДИТИВНЕ ВИРОБНИЦТВО ВІДКРИВАЄ НОВІ МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ АБРАЗИВНОГО ІНСТРУМЕНТУ

Крім концепції верстата, шпинделя і систем подачі, абразивний інструмент є вирішальним елементом у процесах шліфування. Він знаходиться в безпосередньому контакті із заготовкою та має великий вплив на результат обробки та продуктивність процесу. Саме тому розробки у сфері абразивного інструменту та його підготовка до процесу шліфування постійно рухаються вперед.

Актуальною темою сьогодні є адитивне виробництво абразивів. За цією технологією може бути виготовлений як корпус інструменту, так і його робоча частина. Порівняно з традиційними процесами адитивне виробництво пропонує значно більше свободи при проєктуванні. Воно дає можливість розробки шліфувальних кругів з внутрішньою подачею змащувально-охолоджувальної рідини.

На виставці GrindingHub компанія **3M** представила структуровані керамічні шліфувальні круги із CBN типу 1PVP, призначені для процесів внутрішнього круглого шліфування. 3D-друк абразивного інструменту забезпечує більшу свободу проєктування порівняно з традиційним виробництвом, оскільки немає обмежень, які потрібно враховувати за механічної обробки. Завдяки цьому можна створювати практично будь-які тривимірні форми та конструкції, поглиблення й отвори для подачі ЗОР. Крім того, інструмент, виготовлений в адитивний спосіб, має рівномірний розподіл зерен і пор. Він більш ефективний і продуктивний порівняно з традиційно виготовленим.

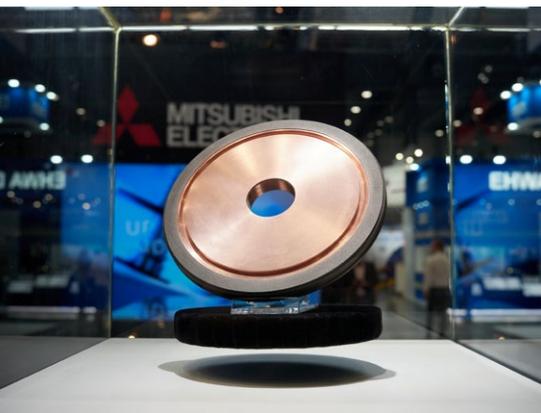
Ще одну розробку у сфері адитивних покриттів для шліфувальних кругів у рамках проєкту, що фінансується Центральною програмою інновацій для малих і середніх підприємств (ZIM) Федерального міністерства економіки та захисту клімату, продемонструвала компанія **Riegger Diamantwerkzeuge GmbH** з Аффальтербаху. Там запропонували наносити на абразивний інструмент покриття із синтетичної смоли за допомогою технології **DIGITAL LIGHT PROCESSING (DLP)**. На основі цього процесу можна створювати шліфувальні круги, розміри яких обмежені лише можливостями 3D-принтера. Переваги полягають у тому, що більше немає необхідності формувати деталі, не потрібно вручну збирати та заповнювати форму шліфувального круга. Це відкриває можливості для економії коштів.



www.grindinghub.de/

## ПРАВКА ШЛІФУВАЛЬНИХ КРУГІВ

Крім інновацій у сфері виробництва шліфувальних кругів, важливим фактором є їх правка. З одного боку, правка шліфувального круга надає йому остаточний контур, а з іншого боку, оскільки одні абразивні зерна вириваються з пучка, то інші оголюються, що створює основу для більшої продуктивності шліфувального круга. На виставці GrindingHub численні компанії, такі як **Cleveland** з Лефлінгену або **GWD Industrial** з Австрії, представили традиційні підходи до правки шліфувальних кругів, наприклад з використанням SiC або алмазних інструментів. Правка шліфувального інструменту може проводитися як зовні верстата, так і безпосередньо в його робочій зоні. У багатьох випадках потрібен подальший процес заточування для відновлення зчеплення та збільшення різальної здатності шліфувального круга.



[www.grindinghub.de/](http://www.grindinghub.de/)

Інший підхід до правки шліфувальних кругів заснований на процесах електроерозійної обробки. У разі абразивних покриттів зі струмопровідним сполучним елементом він видаляється розрядом без впливу на неспроможні абразивні тіла. Таким чином, профіль шліфувальних кругів і топографія їх поверхні формуються безконтактно, без застосування сили. Перевага цього процесу полягає в тому, що він дозволяє отримати форму, яка неможлива після традиційних процесів правки. Крім того, в цьому випадку значно збільшується випинання зерен. Це створює ефективну топографію, дозволяє досягти більш високої швидкості зняття та збільшити термін служби шліфувального круга.

На виставці GrindingHub японський виробник **Mitsubishi Electric** і компанія **Häberle** з Лайхінгену продемонстрували дротяні електроерозійні верстати для підготовки шліфувальних кругів, у складі яких є струмопровідні компоненти. Häberle представила дротяний електроерозійний верстат **Robocut C400iC** від японської компанії **Fanuc**, призначений для роторної електроерозійної правки шліфувальних кругів. А також продемонструвала **Häberle Robocut Plus-Big-R** — роботизовану комірку, оснащену роботом **Fanuc M20**, який завантажує заготовки на 6-осьовий верстат **Häberle Robocut 400 ROT** і знімає готові деталі після обробки. Комірка можна поповнюватися новими заготовками паралельно з основними процесами. Автоматизація підвищує продуктивність і допомагає вирішити проблему нестачі кадрів.

Спеціалістів особливо зацікавило рішення Häberle для подачі заготовок розсипом до робочої зони робота за допомогою конвеєрної стрічки. Камери робота фіксують орієнтацію деталей і аналізують цю інформацію. Використовуючи дані про положення, робот підбирає деталі з конвеєра і встановлює їх у затискний пристрій. Для того, щоб змінити положення деталей на конвеєрі та дозволити роботу захопити всі заготовки, конвеєрна стрічка періодично автоматично струшується. Це позбавляє від необхідності проведення додаткових механічних процесів для забезпечення правильної орієнтації деталей.

<https://haeberle.com/produkte/haeberle-robocutplus-big-r/>



## АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ІНСТРУМЕНТІВ

На стенді UNITED GRINDING Group була представлена нова розробка від компанії **WALTER** — інноваційна автоматизована система під назвою «**Automated Tool Production**» (ATP). Вона складається з роботизованої комірки з фронтальним доступом і мобільного робота, який переміщує палети із заготовками та окремі деталі між станціями зберігання та обробки.

На виставці робот переміщався між високоякісним верстатом для заточки інструментів **HELITRONIC VISION 400 L** і виміральною машиною **HELICHECK PLUS**, автоматично завантажувач і розвантажувач заготовки. Нова система легко інтегрується в наявні лінії та сумісна не тільки з обладнанням **WALTER**, але і з машинами сторонніх виробників.

Крім того, компанія **WALTER** здивувала відвідувачів ще однією інновацією, відкривши нову главу в історії обробки інструментів, — упровадженням лазерної технології на основі нової машини **VISION LASER**. Її основне призначення полягає в обробці різальних інструментів, оснащених твердосплавними пластинами. Використання інноваційної, високонадійної лазерної системи в поєднанні з герметичними оптичними модулями забезпечує простоту обслуговування та ефективність у повсякденній експлуатації. Автоматизація дає можливість підтримувати та масштабувати виробничі процеси незалежно від наявності робочої сили, особливо при обробці заготовок на верстаті, вантажно-розвантажувальних і складальних операціях.



www.walter-machines.com



## ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ЗАВДЯКИ МОДИФІКАЦІЇ

Модифікація кромки і поверхні різального інструменту є важливим етапом його виробництва. Основна мета — поліпшення робочих характеристик і збільшення терміну служби різального інструменту, для чого виконують модифікацію ріжучих кромки і функціональних поверхонь.

Модифікація функціональних поверхонь часто проводиться після шліфування для поліпшення адгезії покриття в процесі нанесення або після нього в рамках постобробки. Це допомагає усунути дефекти поверхні. Якість поверхні ріжучих кромки дуже важлива для свердел, особливо призначених для глибокого свердління, оскільки це впливає на евакуацію стружки, безпеку процесу та термін служби інструменту.

При модифікації ріжучі кромки заокруглюються. Це допомагає уникнути можливих дефектів кромки, підвищити зносостійкість інструменту та збільшити термін його служби.

Одним із підходів до обробки поверхні та підготовки ріжучих кромки є використання процесів масової обробки. Новим методом у цій сфері є **технологія потокової фінішної обробки**. У цьому випадку заготовки поміщають в ємність, що обертається, заповнену абразивними або полірувальними матеріалами. Перевага цього процесу полягає в тому, що навіть деталі зі складною геометричною формою можуть бути оброблені повністю.

Австралійська компанія **Anca** продемонструвала на виставці GrindingHub свій новий верстат для потокової фінішної обробки — **EPX-SF**. Він призначений для підготовки кромки і модифікації поверхні, а також може бути інтегрований в автоматизовані комірці. Він оснащений трьома шпинделями, а кінематика реалізована за одинадцятьма осями, що дозволяє зменшити шорсткість кромки до менш ніж 100 нм і досягнути радіусу кромки в кілька мікрметрів. Автоматизація в поєднанні з повністю автоматизованою системою завантаження дає можливість обробляти та модифікувати до 1800 інструментів щодня.



Крім того, машина оснащена станцією очищення інструменту та системами моніторингу процесу, що забезпечує стабільну якість обробки інструменту завдяки постійному коректуванню рівня робочого середовища.

На додаток до цього нового процесу були також продемонстровані традиційні методи заокруглення ріжучих кромки за допомогою щіток. Швейцарська компанія **Dynamic Finishing** представила рішення для промислового виробництва інструментів з точно сформованими ріжучими кромками. Обробка кромки проводиться щітками, які можна встановити на шліфувальний верстат.

Компанія **GDS** з Офтердінгену використовує інший підхід. На стенді вона продемонструвала процес заокруглення ріжучої кромки змінних пластин у роботизованій комірці **Magicedge**. Кінематика робота впливає на форму, розмір і хід округлення ріжучої кромки. На відміну від вібраційного шліфування, щітка дозволяє підготувати ріжучі кромки та близькі до них ділянки, не зачіпаючи інші частини. У роботизованій комірці можуть бути реалізовані й інші індивідуальні вимоги замовника, такі як захоплення та встановлення, піскоструминна обробка скляними кульками, контроль якості та полірування.

Компанія **Nagel** з Нюртінгену представила аналогічний процес у співпраці з **Bruker Alicona** з Австрії під назвою **NaPrep**. Тут також інструмент готується за допомогою роботів. Окремі кромки вибірково обробляються за допомогою щітки. Далі йде додаткове полірування.

З одного боку, автоматизація процесу забезпечує гнучкість з точки зору типу інструменту завдяки можливості захоплення заготовки, а з іншого — безпілотну роботу системи. Шляхом інтеграції вимірювальної системи можна вимірювати інструменти в процесі, що дозволяє самостійно регулювати налаштування параметрів процесу.

Вимірювання форми ріжучої кромки проводиться за допомогою **EdgeMaster** від **Bruker Alicona**. Це оптичний вимірювальний прилад, який дозволяє вимірювати ріжучі кромки та реєструвати їх форму за допомогою відповідного програмного забезпечення для оцінки.

## УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ТА КОМПОНЕНТАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Для того щоб оцінити і проаналізувати результати механічної обробки, необхідно проводити вимірювання як під час, так і після формування. Для цього застосовуються не тільки спеціальні контрольні прилади, але і системи, що визначають розміри, положення та форму, а також аналізують стан поверхні.

Компанія **Bruker Alicona** представила на виставці свій новий вимірювальний прилад **FocusX**. Однією з ключових переваг безконтактного вимірювання перед тактильним є можливість контролю деталей, які потребують дбайливого поводження.

Наприклад, для медичних виробів важливо виключити вплив на поверхню під час вимірювання. У FocusX використовується технологія **Advanced-Focus-Variation**, вперше представлена разом із пристроєм **μCMM**. Ця технологія не тільки швидша за свою попередницю, але й більше підходить для вимірювання гладких поверхонь.



За допомогою FocusX можна також вимірювати деталі складної форми з малими радіусами, гострими кутами та крутими скосами, включно з отворами зі співвідношенням діаметра до глибини в діапазоні від 1:3 до 1:10. Поворотно-нахильні осі дозволяють вимірювати деталі під різними кутами і збирати їх в 3D-зображення завдяки відповідному програмному забезпеченню. Крім того, прилад дозволяє проводити вимірювання шорсткості, що відповідають стандартам ISO.

Зовнішні вимірювальні системи мають ряд переваг перед вбудованими у верстати. Наприклад, вони дозволяють проводити вимірювання паралельно із основним процесом і забезпечують більш контрольовані умови. Однак у деяких випадках вимірювання безпосередньо на верстаті може бути ефективнішим. Прикладом може служити **Laser Contour Check**, інтегрований у шліфувальні та ерозійні верстати компанії **Walter**. За допомогою цієї системи можна безконтактно вимірювати різні параметри циліндричних інструментів і, за необхідності, автоматично коригувати діаметр і профіль інструменту безпосередньо під час обробки.

## ВИСТАВКИ ОБ'ЄДНЮЮТЬ НАУКУ, СТАРТАПИ ТА ПРОМИСЛОВІСТЬ

У виставковій зоні GrindingSolutionPark різні науково-дослідні інститути представили результати своїх поточних проєктів у сфері виробничих технологій. Як приклад можна навести два проєкти від Інституту технології виробництва (MIT) з Ахену. У рамках дослідження «Аналіз трибологічних умов при шліфуванні полікристалічного алмазу (PCD) з використанням водозмішувальної змащувально-охолоджувальної рідини» були проведені різні випробування для визначення параметрів, які будуть використовуватися для розробки математичних моделей тертя при контакті з одним або декількома зернами, а також для числового моделювання термомеханічних навантажень. Наступним кроком буде моделювання процесу шліфування PCD за допомогою водозмішувальної змащувально-охолоджувальної рідини.

Другий проєкт присвячений темі «Дослідження термомеханічних і хімічних навантажень при зовнішньому круглому поперечному шліфуванні сталі 100Cr6». Цей матеріал часто використовується в підшипниках, вимоги до яких останнім часом зросли у зв'язку з переходом на електромобілі. На основі дослідження планується розробити систему управління шліфувальним процесом, щоб сприяти формуванню початкового граничного шару на поверхнях підшипників, що повинно підвищити їх зносостійкість і скоротити час, необхідний для формування захисного шару в процесі притирання.

Інститут виробничої техніки та верстатів (IFW) із Ганноверу презентував роботу «Методи аналізу у виробництві шліфувальних інструментів». Тут проводяться такі дослідження, як випробування на вигин, вимірювання твердості, фазовий аналіз, вимірювання щільності, знімання топографії поверхні, випробування на вдавлення та зсув окремих зерен, а також растрова електронна мікроскопія.

У проєкті Інституту виробничих систем (IWF) із Берліну під назвою «Оцінка стану залишкового напруженого стану у процесі зубошліфування з використанням штучного інтелекту» описано підхід до оцінки залишкових напружень у компонентах на основі методів Industry 4.0. Для цього процеси шліфування здійснюються за допомогою технології внутрішньовиробничих вимірювань, а потім проводяться вимірювання залишкових напружень. Ці дані служать вхідними змінними



для мережі штучного інтелекту. Таким чином, можна прогнозувати залишкове напруження в деталях під час подальших процесів шліфування без необхідності проведення повторних вимірювань

Інститут різання матеріалів (ISF) із Дортмунду представив роботу «Розвиток технологій шліфування в адитивно-субтрактивному виробництві». У рамках цього проєкту розглядаються можливості подальшої обробки деталей, виготовлених в адитивний спосіб, шляхом шліфування, мікрофінішування та мокрог абразивного різання, а також розробляються підходи до управління процесом цих методів.

Молоді компанії продемонстрували свої можливості та досягнення на Startup Hub. Компанія Weber Technologies із Потсдаму представила алмазні покриття WT-DIA для твердосплавних прецизійних інструментів, які використовуються для обробки різноманітних матеріалів, таких як CFK, GFK, CFK/Al-сендвіч, кераміка, графіт і алюмінієві сплави, і можуть значно поліпшити експлуатаційні характеристики інструментів. Покриття наносяться методом CVD. Процес здійснюється у вакуумі, де під впливом високої температури технологічні гази розкладаються, і вивільнені атоми вуглецю осідають на поверхні субстрату, утворюючи кристалічне алмазне покриття. Товщина покриття може варіюватися від 3 до 20 мікрометрів.

## ІННОВАЦІЇ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ АКТУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

На виставці GrindingHub 2024 особливу увагу було приділено автоматизації та оцифруванню виробничих процесів. Це допоможе вирішити проблеми з поточною нестачею кваліфікованих працівників та підвищити продуктивність праці. З метою подолання основних негативних процесів на виробництві були продемонстровані численні технічні рішення, спрямовані на підвищення ефективності роботи обладнання, периферійних пристроїв та використовуваних інструментів, зокрема: адитивне виробництво шліфувального інструменту та підвищення ефективності шпиндельних вузлів.

У контексті переходу до екологічно чистої мобільності набувають особливого значення технології шліфування. Крім приводу в новій концепції, увагу на виставці було зосереджено на розробці та виробництві гальмівних систем зі зниженим рівнем викидів. Обробка гальмівних дисків з твердосплавним покриттям — це сектор, який швидко зростає та вимагає значних інновацій у сфері шліфувальних верстатів, інструментів та управління процесом. 

Стаття підготовлена на основі публікації Ульфа Генслера (Ulf Hensler), Інститут машинобудування, Технічний університет Дортмунду.