

СТВОРЕННЯ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА РІЖУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ДОРОЖНЬО-ФРЕЗЕРНИХ МАШИН

М. В. Новіков, В. А. Лукаш, Л. М. Вировець*

Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України, Київ

Надійшла до редакції 08.04.05

Резюме: У статті наведені підсумки впровадження у виробництво результатів науково-технічного інноваційного проекту, затвердженого Постановою Президії НАН України від 24.06.04 р. № 176. Показана реальна можливість реалізації фундаментальних досліджень Інституту надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля в конкретній галузі виробництва. Розроблений авторами інструмент для дорожніх машин вітчизняного і закордонного виробництва дає змогу відмовитись від закупівлі імпортного дорогого інструменту і заощадити значні кошти.

Ключові слова: дорожнє покриття, різець, фрезерування, сталь, твердий сплав, державка, вставка.

М. В. Новіков, В. А. Лукаш, Л. М. Вировець. СОЗДАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ДОРОЖНО-ФРЕЗЕРНЫХ МАШИН.

Резюме: В статье приведены итоги внедрения в производство результатов научно-технического инновационного проекта, утвержденного Постановлением Президиума НАН Украины от 24.06.04 г. № 176. Показана реальная возможность реализации фундаментальных исследований Института сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля в конкретной отрасли производства. Разработанный авторами инструмент для дорожных машин отечественного и зарубежного производства позволяет отказаться от закупок дорогостоящего импортного инструмента и сэкономить значительные средства.

Ключевые слова: дорожное покрытие, резец, фрезерование, сталь, твердый сплав, державка, вставка.

N. V. Novikov, V. A. Lukash, L. N. Virovets. DEVELOPMENT OF THE DOMESTIC PRODUCTION OF CUTTING TOOLS FOR ROAD-MILLING MACHINES.

Abstract: The results are reported of implementation of scientific outcome resulted from the scientific and technical innovation project authorized by the Order NAS of Ukraine from 24.06.04 № 176 are given. The realization of basic researches of Bakul Institute of superhard materials by him(it) really shown in concrete branch of manufacture. The effective tool, developed by the author, for road machines foreign and fatherland and of manufacture allows to refuse purchases of the expensive tool and to save significant means.

Keywords: road covering, cutter, milling, steel, hard alloy, holder, insert.

*В роботі приймав участь провідний інженер О. В. Мельничук

Вирішення сучасних проблем матеріалознавства відбувається в трьох напрямках. Продовжується пошук нових елементів та вивчення глибинного фізико-хімічного стану речовин, що складають класичну основу. Розвиток експериментальної техніки спричиняє поглиблення фундаментальних досліджень структурного стану особливо різних сполук, композитів та тонкоплівкових структур. Цей напрямок отримав загальну назву як "нано-структурні дослідження". Вони ведуть до створення новітніх технологій формування конче потрібних технічних елементів електроніки, біомеханіки, медтехніки тощо.

Потребують також актуального вирішення технічні проблеми створення сучасних машин, механізмів, технологічного обладнання для галузей економіки широкомасштабного значення. В Україні до таких галузей можна віднести будівництво, породоруйнування, обробку природного каменю, металообробку в машинобудуванні.

Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля входить до групи комплексних науково-дослідницьких установ, які вирішують принципові питання сучасного матеріалознавства. Учені інституту працюють над створенням нових матеріалів з використанням екстремально високих технологічних параметрів – надвисоких тисків та надвисоких температур. Вивчається на нанорівні природа надтвердого стану матеріалів у поєднанні з надпровідністю, надтеплопровідністю, винятковими антифрикційними, антикорозійними, напівпровідниковими властивостями. Є в інституті досягнення світового рівня. Але ми у нашій публікації зупинимось на вирішенні завдань, вкрай необхідних для сьогочасних економічних потреб України.

Прискорена автомобілізація України вимагає активного розвитку шляхової мережі країни, поліпшення і ремонту існуючих доріг з твердим покриттям. Щорічно в Україні підлягає ремонту близько 40 тис. км доріг з

твердим покриттям. Однією з найбільш трудомістких операцій при цьому є видалення пошкодженого чи деформованого верхнього шару дорожнього покриття з метою укладання на його місце нового.

На жаль, здійснюється це в Україні не вітчизняною технікою, а за допомогою дорожньо-фрезерних машин виробництва відомих іноземних фірм "Wirtgen", "Bobkett", "Katarpillar". В Києві для цих цілей використовується дві великі барабанні фрези і 14 малих машин "Bobkett". На підприємствах Укравтодору кількість дорожньої техніки вказаних фірм становить 160 одиниць, із них 30 великих фрез фірми "Wirtgen". Останнім часом подібні машини ("КРОКУС") почало випускати і одне з вітчизняних підприємств (Городоцький механічний завод). На даний час підприємства обласних Укравтодорів уже мають 12 таких дорожніх машин і в подальшому виробництво їх буде збільшуватись.

Як породоруйнівний інструмент на вказаних машинах, в тому числі і вітчизняних, використовуються дорожні різці з вольфрамо-кобальтових твердих сплавів, подібні до вітчизняних різців обертового типу, що застосовуються в гірничій промисловості. Лідером у створенні і виготовленні дорожніх різців є фірма "ВЕТЕК" (Німеччина). Основним постачальником цього інструменту в Україну відповідно до ексклюзивної угоди з виробником є також німецька фірма "Wirtgen", яка є одним із найбільших у світі виробником дорожньо-фрезерних машин.

Ще донедавно усі користувачі дорожньої техніки повинні були звертатися до послуг зарубіжних постачальників, тому правомірно постало питання, а чи не може вітчизняне виробництво та наш науково-технічний потенціал конкурувати з відомими виробниками, адже імпортований інструмент дорогий, а потреба в ньому досить значна.

Минулого року, зважаючи на багаторічний успішний досвід у створенні та ви-

готовленні породоруйнівного інструменту для гірничої галузі, Інститут надтвердих матеріалів НАН України взявся за вирішення проблеми розробки інструменту для дорожньо-фрезерних машин. Президія НАН України видала Постанову за №176 від 24.06.2004 р. про виконання науково-технічного проекту "Розробка та налагодження виробництва інструменту для будівництва та ремонту автошляхів України".

З аналізу роботи дорожніх різців випливає, що основною причиною виходу їх з ладу є абразивне зношування твердого сплаву. Абразивне зношування інструменту відбувається при руйнуванні наповнювача асфальтобетону, який в основному представлений такими міцними породами, як граніт, діабаз, піщаник і т.ін. Тому при виборі матеріалу для оснащення дорожніх різців важливо було оптимізувати на сучасному технологічному рівні структурні особливості твердосплавного виробу, забезпечити зносостійкість поширених марок твердого сплаву саме при взаємодії його з такими наповнювачами.

Для проведення досліджень зносостійкості була використана спеціальна методика і лабораторний стенд, в основу якого закладена так звана "перевернута схема", коли дослідний зразок інструментального матеріалу залишається нерухомим, а обертається породний kern. Це дає змогу не тільки постійно контролювати зношування зразка твердого сплаву, а і температуру його нагрівання, що є важливим при виборі оптимальних режимів роботи інструмента.

При порівнянні зносостійкості різних марок твердого сплаву, які застосовуються для руйнування гірських порід, виявилось, що найбільш придатним для ефективного руйнування асфальтобетонного масиву є сплав вольфрамо-кобальтової групи, який складається з твердих надміцних включень зерен карбіду вольфраму, пов'язаних матрицею пластичного кобальту в межах 6–10 %

від загального об'єму.

Досвід використання гірничого породоруйнівного інструменту підказав, що не можна обмежуватись одним складом та структурою різців для всіх випадків застосування. Адже ефективність застосування залежить завжди від стану за часом, типу та реальної міцності асфальтобетонного покриття. Чим міцніший асфальтобетон фрезується, тим більше навантаження формується на інструменті, тим більші значення складових зусиль різання і подачі повинні сприйматися твердосплавною вставкою. Складова зусилля різання, яка діє на інструмент соосно чи під невеликим кутом до його осі, веде до зростання в твердосплавній вставці напружень стискання. Ці напруження не становлять небезпеки для міцності інструмента до рівня 250–350 кг/мм² в залежності від марки твердого сплаву. Формується ж ця складова переважно за рахунок зусилля подачі. Водночас, зусилля різання впливає переважно на величину згинального моменту, що створює у вставці розтягуючі напруження, до яких твердий сплав значно чутливіший. Величина згинального моменту на вставці залежить не тільки від зусилля різання, а й від розміру вильоту самої вставки. Звідси й витікає необхідність при розробці конструкції та форм інструменту для високоміцних асфальтобетонів використовувати вставки твердого сплаву зі зменшеним вильотом.

З урахуванням результатів механічних розрахунків, добору структури матеріалу, комплексних даних лабораторних досліджень та особливостей амортизації інструментів різного походження були запропоновані три типоряди дорожніх різців, оснащених твердосплавними вставками різних форм і розмірів. Вони призначаються, відповідно, для руйнування асфальтобетонів високої, середньої і нижче середньої міцностей.

З великої кількості існуючих у світовій практиці конструктивних рішень ріжучого

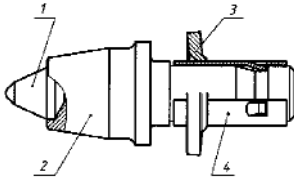


Рис. 1. Дорожній різець у зібраному вигляді

інструменту для дорожньо-фрезерних машин найбільш вдалим, за результатами наших аналізів, є конструкція різця у вигляді складової одиниці з трьох елементів: власне різця, що складається із твердосплавної вставки 1 і сталюї державки 2, захисного кільця 3 і розрізної пружинної втулки 4 (рис. 1). Пружинна втулка служить елементом опори ковзання різця–різцетримач. Нормальна робота цієї підшипникової пари можлива лише за умови, що до неї не будуть потрапляти залишки матеріалу від руйнування, інакше різець перестане обертатися і катастрофічно швидко вийде з ладу. Захист підшипника ковзання від забруднення здійснюється спеціальним захисним кільцем. Воно ж сприяє на себе зусилля подачі і різання.

Державки дорожніх різців у процесі роботи зазнають великих силових навантажень від зусиль різання, що носять динамічний характер, ударів внаслідок переривчатого типу різання та дії згинального моменту. Тому ця частина ріжучого інструменту повинна мати високу міцність і достатню ударну в'язкість серцевини.

Практика застосування інструменту в гірничій промисловості свідчить, що найчастіше для виготовлення породоруйнівного інструменту використовують сталі типу 30ХГСНА, 35ХГСА і 45ХН2МФА. Найкращою з них за сукупністю властивостей є сталь 35ХГСА, здатна до ізотермічного гартування. Воно проводиться шляхом охолодження нагрітих до температури 870–890 °С деталей в розплаві солей гідроокисів натрію і калію

при температурі близько 300 °С. Можливість вести гартування при такій високій температурі особливо важлива тому, що при різкому охолодженні (навіть в підігрітому мастилі) у твердому сплаві виникають мікротріщини – зародки майбутніх поломок.

Дослідним шляхом був уточнений режим термічної обробки дорожніх різців. Для гартування використовувалося тепло від нагрівання при паянні твердосплавної вставки в державку. Після паяння різець охолоджувався декілька секунд на повітрі і занурювався в селітрову ванну, температура розплаву солей в якій контролювалася і підтримувалася автоматично. Підданий термообробці різець отримував комплекс таких важливих властивостей, як висока міцність і твердість державки в зоні гартування при в'язкій серцевині, що має велике значення для підвищення стійкості сталюї державки проти абразивного зношування, а також стійкості її при динамічному навантаженні в процесі різання.

Відомо, що процес структурних перетворень при гартуванні сталей протікає з утворенням такої складової, як мартенсит, і супроводжується збільшенням об'єму матеріалу. Це фізичне явище призводить до певного збільшення розмірів паців в державках, виконаних під твердосплавні вставки, і тим самим сприяє зменшенню залишкових технологічних напружень від паяння.

Підсумовуючи вищевикладене про вибір сталі для дорожніх різців, слід зазначити, що застосування середньолегованих сталей 35ХГСА і 45ХН2МФА дає можливість досягти приблизно однакових експлуатаційних результатів. Але остання марка сталі через наявність у своєму складі нікелю є значно дорожчою. Тому рекомендованою маркою сталі для виготовлення дорожніх різців став хромансил 35ХГСА.

Виготовлення захисного кільця і пружинної втулки дорожнього різця здійснюється

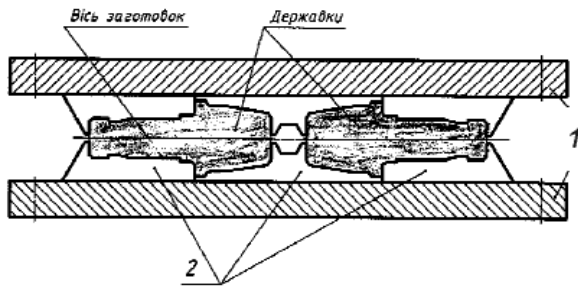


Рис. 2. Схема поперечно-клинової прокатки

ся за допомогою методів холодного штампування. З цією метою були спроектовані і виготовлені окремі штампи: три однострумкових для виробництва втулок і один вирубний – для виготовлення кілець.

З метою суттєвого зниження вартості різців було запропоновано виготовляти державки методом клинової прокатки, якому властивий високий коефіцієнт використання

металу і який має перспективу повної автоматизації. В процесі надання заготовкам потрібної форми у них здійснюється поздовжня переорієнтація зовнішніх волокон і наклеп верхнього шару металу. Виготовлені по цій технології державки здатні без пошкоджень витримувати значно більші навантаження на відміну від тих, що виготовляються методом механічної обробки на токарних верстатах. При прокатці заготовка, вирізана з круглого прутка діаметром, рівним максимальному діаметру державки, деформується двома плоскими плитами 1, на яких розміщується клиновий інструмент 2, за допомогою якого і забезпечуються необхідні форма та розміри державки. На рис. 2 показана схема виготовлення одночасно двох державок методом поперечно-клинової прокатки.

Зазвичай дорожні різці поставляються замовникові у відповідній тарі повністю підготовленими для установки на фрезерний ба-

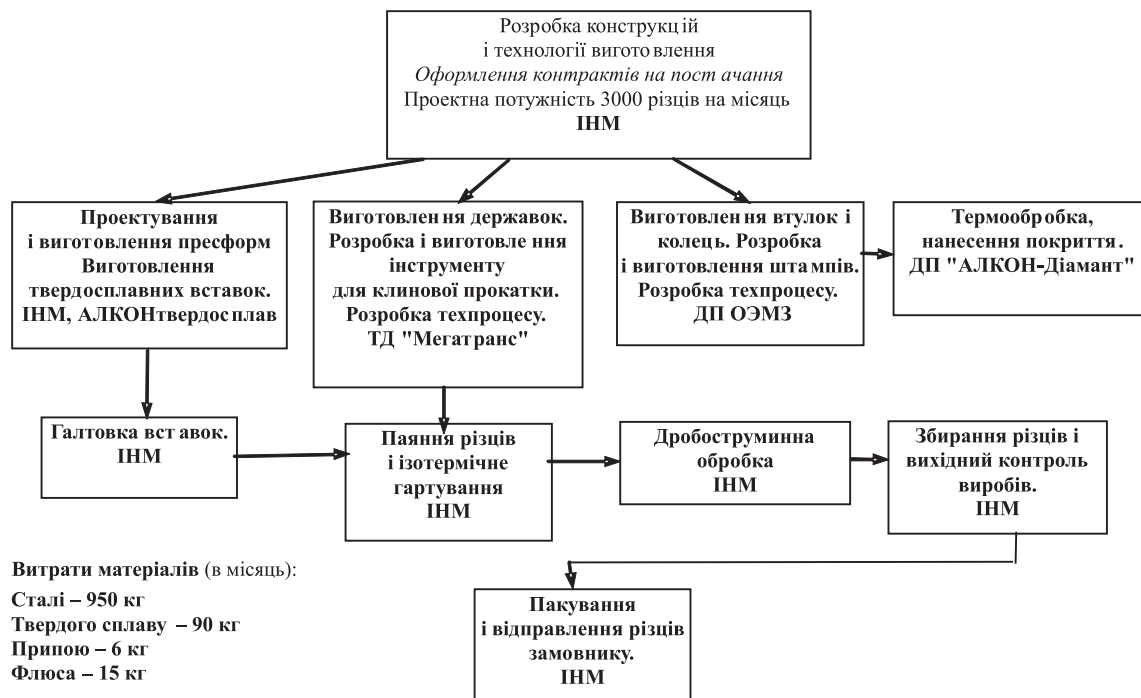


Рис. 3. Загальна (технологічна) схема організації серійного виробництва дорожніх різців

рабан, тобто у зібраному вигляді. Встановлення пружинної втулки на хвостовик різця не становить труднощів, проте надягання на втулку захисного кільця потребує спеціальної оснастки. Для механізації цього процесу розроблений оригінальний пристрій, основу конструкції якого складає здвоєний чотириланковий коромисло-шатунний механізм, виконаний симетрично відносно центральної осі, на якій встановлюється різець з уже надягнутою пружинною втулкою. Механізм приводиться в рух ножним приводом і не потребує значних зусиль для роботи.

Як показано вище, дорожній різець складається із декількох окремих деталей. При цьому кожна з них потребує своїх матеріалів, обладнання і технологій для виготовлення, що в свою чергу вимагає розробки багатьох технологічних переходів та відповідних нормативних документів, необхідних для організації масового виробництва різців. Основними технологіями виготовлення різців є процес паяння титанової вставки та ізо-термічного гартування (одночасно з використанням тепла від паяння) державки різця, виготовлення і термічної обробки пружинної втулки і захисного кільця, дробоструминної

обробки всіх деталей після термообробки, а також їх лужного окиснення. Заключний документ, необхідний для постановки різців на масове виробництво, це розроблені технічні умови (ТУ У 28.5-054 17377-132-2004). Загальна (технологічна) схема організації серійного виробництва дорожніх різців наведена на рис. 3.

Таким чином, можна констатувати, що Інститут надтвердих матеріалів НАНУ в короткий термін успішно вирішив усі етапи завдання впровадження наукових результатів у практику серійного виготовлення інструментів, потрібних для дорожньо-фрезерних машин. Починаючи з другого кварталу 2005 року створене вітчизняне серійне виробництво дорожніх різців по замовленням може задовольнити всі потреби користувачів в Україні. Економічний ефект від широкого їх застосування та скорочення закупки значно дорожчих імпортованих різців буде безперечним.

Автори висловлюють подяку керівництву комунальної корпорації "Київавтодор" та підприємства КАТП 273901 за плідну співпрацю і допомогу при впровадженні результатів проекту.