

РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ

на гл. ас. д-р инж. Чавдар Огнянов Пашински
в катедра „Механика“, Технически университет – София, филиал Пловдив

за участие в конкурс, обявен в ДВ бр. 98/18-11-2025, за заемане на АД „доцент“,
в област на висшето образование 5. Технически науки,
професионално направление 5.1. Машинно инженерство,
научна специалност „Приложна механика“

ABSTRACTS OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS

of Chavdar Ognyanov Pashinski, Sr. Asst. Prof., PhD (Eng.)
at the Department of Mechanics, Technical University of Sofia, Plovdiv Branch

for participation in a competition announced in the State Gazette No. 98/18-11-2025,
for the position of Assoc. Prof., in the field of higher education 5. Technical Sciences,
professional area 5.1. Mechanical Engineering,
scientific specialization "Applied Mechanics"

B4: Хабилитационен труд – научни публикации (не по-малко от 10) в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация

B4: Habilitation thesis – scientific publications (no fewer than 10) in sources which are referenced and indexed in world-renowned databases of scientific information

B4.1. T. Cholakova, V. Chitanov, D. Chaliampalias, L. Kolaklieva, R. Kakanakov, Ch. Bahchedjiev, N. Petkov, **Ch. Pashinski**, G. Vourlias, N. Vouroutzis, E. Polychroniadis, Y. Wang, E.I. Meletis, "Study of the Structural and Mechanical Properties of Nanocrystalline TiAlSiN Gradient Coatings", Journal of Nano Research, vol. 27, 2014, pp. 15-24, ISSN: 1661-9897, doi:10.4028/www.scientific.net/JNanoR.27.15. (Q3)

Резюме: Представено е изследване на структурните и механичните свойства на нанокристални градиентни покрития TiAlSiN, отложени чрез метода на *катодно-дъгово нанасяне* при 500 °C и последващо отгряти при 525 °C. Анализът на покритията, химичния състав и микроструктурата разкри, че покритията имат строеж, базиран на нанокристали (Ti, Al)N със среден размер 10 nm, обхванати от аморфна фаза Si₃N₄. Изследването на механичните свойства показва, че последващото отгряване води до подобряване и увеличаване на твърдостта на покритията. Измерени са максимална твърдост от 48 GPa и модул на еластичност от 560 GPa. Също така е наблюдавана отлична адхезия към WC-Co субстрата в последващо отгрятите покрития.

Abstract: A study of the structural and mechanical properties of nanocrystalline TiAlSiN gradient coatings deposited by cathodic arc deposition techniques at 500 °C and post-annealed at 525 °C is presented. Analysis of the coatings, chemical composition and microstructure revealed that the coatings have a structure based on (Ti, Al)N nanocrystals with an average size of 10 nm embedded in an amorphous Si₃N₄ phase. The study of the mechanical properties showed that post-annealing causes improvement and increase of the coatings hardness. A maximum hardness of 48 GPa and elastic modulus of 560 GPa were measured. Also, excellent adhesion to the WC-Co substrate was observed in the post-annealed coatings.



B4.2. S.I. Dishliev, G.A. Mishev, V.S. Rupetsov, L.P. Kolaklieva, **Ch.O. Pashinski**, R.A. Minchev, “Study of the properties of multilayered gradient TiAlSiN nanocomposite coating deposited on 1.2343 steel”, Bulgarian Chemical Communications, vol. 48, sp. iss. E, 2016, pp. 373 – 377, ISSN 0324-1130. (Q4)

Резюме: Употребата на твърди покрития в машиностроенето силно нарастна в последно време. Тяхното разнообразие е голямо, като всяко от тях има предимства и недостатъци. Последното ги прави пригодни за определени и сравнително ограничени цели. Въпреки, че все още не съществува универсално покритие, пригодено за почти всички видове обработка, в тази работа се разглежда покритие, което се приближава до това определение: nc-(Al_{1-x}Ti_x)N/a-Si₃N₄. Изследвани са неговите практически важни свойства и се прави анализ на широкото му приложение.

Abstract: The application of hard coatings in the machining industry has rapidly grown recently. Their variety is huge and each of them has advantages and disadvantages. The latter makes them suitable for certain and relatively limited purposes. Although one universal coating which is suitable for almost all kind of machining does not still exist, a coating which is close to this definition is discussed in this work: nc-(Al_{1-x}Ti_x)N/a-Si₃N₄. Its properties which are important from a practical point of view are studied and an analysis of its wide application is performed here.



B4.3. V. Rupetsov, G. Mishev, S. Dishliev, V. Kopanov, V. Chitanov, L. Kolaklieva, **Ch. Pashinski**, “Increasing in the wear resistance of injection molds made of 1.2343 steel using Ti/TiN/TiCN/nc-TiCN:a-C/nc-TiC:a-C/a-C nanocomposite coating”, 13th International Conference on Tribology, ROTRIB’16, IOP Publishing, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 174 (2017) 012064, doi:10.1088/1757-899X/174/1/012064. (Q4)

Резюме: Шприцформите, използвани в производството на пластмасови компоненти, са подложени на силно абразивно износване. Увеличаването на тяхната износоустойчивост значително намалява производствените разходи. В настоящата работа са представени резултати от изследване на износоустойчивостта на

шприцформи, изработени от стомана 1.2343, покрити с Ti/TiN/TiCN/nc-TiCN:a-C/nc-TiC:a-C/a-C. Изследването на степента на износване е извършено с помощта на обемен метод и е изследвано влиянието на дължината на следата (*изминатия път*). Изследвани са също дебелината на покритието, нанотвърдостта, модулът на еластичност и адхезията. Покритието е нанесено върху незакалени шлифовани образци, закалени шлифовани образци и закалени полирани образци.

Abstract: Injection molds used in production of plastic components are subject of heavy abrasion wear. The increase of their wear resistance significantly reduces the production cost. In the current work are presented research results of the wear resistance of injection molds made of steel 1.2343, coated with Ti/TiN/TiCN/nc-TiCN:a-C/nc-TiC:a-C/a-C. The study of the wear rate was done using the volumetric method and the influence of the trace length was investigated. The coating thickness, nanohardness, elastic modulus and adhesion were also tested. The coating was applied on unhardened ground specimens, hardened ground specimens and hardened polished specimens.



B4.4. V. Rupetsov, St. Dishliev, **Ch. Pashinski**, G. Mishev, M. Angelov, L. Kolaklieva, V. Chitanov, “Tribomechanical behavior of nanolaminate Ti/TiN/TiCrCN/(CrCN/TiCN)_n hard coating”, Journal of the Balkan Tribological Association, Vol. 25, No 3, 2019, pp. 610–616, ISSN 1310-4772. (Q4)

Резюме: Много от често използваните покрития за металокерамични режещи инструменти не са подходящи за прецизна високоскоростна обработка на алуминиеви сплави поради наслявяване на обработвания материал по режещите ръбове (поява на наклеп). Това е предпоставка за влошаване на точността на обработка и намаляване на качеството на обработените повърхнини. Във връзка с този проблем бе създадено чрез *разбалансирано магнетронно разпрашване в затворено поле* иновативно наноламинатно Ti/TiN/TiCrCN/(CrCN/TiCN)_n твърдо покритие, което е обект на това изследване. То бе отложено върху WC-Co сплав и има дебелина 2,150 μm. Свръхрешетъчната структура на покритието се изгради при температура от 290 °C и опорно пулсиращо напрежение -90 V. Тя се състои от 133 двойни слоеве (период от около 12,4 nm, съотношение 1:1). Бяха подробно изследвани главните трибомеханични свойства на покритието: твърдост, износоустойчивост, адхезия, коефициент на триене и модул на еластичност. В реален производствен процес, при използване на фрезери, имащи покритие от този тип, не се наблюдава наслявяване върху режещите ръбове в сравнение с непокрита такива при един и същ работен режим. В следствие на това, се подобриха точността на размерите и качеството на обработените повърхнини.

Abstract: A large number of the frequently used coatings for cermet cutting tools are not appropriate for precise high speed machining of aluminium alloys because of the material stratification on the cutting edges (build-up edge occurrence). This is a prerequisite for worse precision in the machining process and surface quality degradation. Concerning this problem,

an innovative nanolaminate Ti/TiN/TiCrCN/(CrCN/TiCN)_n hard coating was developed by Closed Field Unbalanced Magnetron Sputtering, which is subject of this research. The coating was deposited on WC-Co alloy and had thickness of 2,150 μm. The coating's superlattice structure was built at temperature of 290 °C and pulsed bias voltage of -90 V. It consisted of 133 bi-layers (period of ca. 12,4 nm, ratio of 1:1). The main tribomechanical properties of the coating – hardness, wear resistance, adhesion, coefficient of friction and modulus of elasticity were examined in details. Mills with the mentioned coating were used in real manufacturing process and build-up edge was not observed in comparison to the uncoated mills used in the same working mode. As a result, the accuracy of the dimensions and quality of the surfaces were improved.



B4.5. Velko Rupetsov, Lilyana Kolaklieva, Vassiliy Chitanov, Milko Angelov, Raycho Raychev, Zlatko Zlatanov, **Chavdar Pashinski**, “Deposition and tribomechanical study of nanolaminate Ti/TiN/AlTiSiN/(AlTiSiN/TiAlSiN)_n/AlTiSiN hard coating”, TechSys2019, IOP Publishing, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 618 (2019) 012047, doi:10.1088/1757-899X/618/1/012047. (Q3)

Резюме: Използването на твърди покрития, нанесени чрез *физично парно отлагане (PVD)*, е утвърдена практика в съвременната индустрия. Две от основните направления, които обещава развитие в тази област, са комбинирането на повече химични елементи в едно покритие и създаването на наноламинатни структури. Тъй като са възможни много комбинации при композирането на покритията, от тях може да се очакват много различни свойства, които е трудно да се предвидят. В опит да се работи едновременно в двете споменати направления, бе създадено наноламинатно покритие Ti/TiN/AlTiSiN/(AlTiSiN/TiAlSiN)_n/AlTiSiN и бяха изследвани механичните му свойства. Получените резултати дават основание да се смята, че то би могло да намери широко практическо приложение.

Abstract: The application of Physical Vapor Deposition (PVD) hard coatings is one timetested practice in the modern industry. Two of the main tendencies that promise a progress in this area are the combination of more chemical elements in one coating and the creation of nanolaminate structures. Since many combinations are possible in the design of the coatings, it could be expected they would have many different properties which are difficult to predict. In an attempt to work simultaneously in both of these directions, one nanolaminate Ti/TiN/AlTiSiN/(AlTiSiN/TiAlSiN)_n/AlTiSiN coating was developed and its mechanical properties were tested. The results obtained give a reason to believe that it could be widely practically applied.



B4.6. V Chitanov, St Kolchev, T Cholakova, L Kolaklieva, R Kakanakov, **Ch Pashinski**, N Hristeva, “Low temperature quaternary hard coatings with Cr- to Ti-based transition

composition”, VEIT-2021, IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 2240 (2022) 012014, doi:10.1088/1742-6596/2240/1/012014. (Q4)

Резюме: Разработено е ново четворно твърдо покритие, базирано на адхезионни слоеве Cr/CrN и основен работен слой TiCrAlN, за нискотемпературни приложения. То е отложено в установка за *разбалансирано магнетронно разпрашване в затворено поле*. Нанотвърдостта, адхезията и дебелината на покритието са характеризирани с помощта на наноиндентор, скреч-тестер и калотестер на Anton Paar. Химичният състав и морфологията на повърхността са изследвани с помощта на сканиращ електронен микроскоп Hitachi SU 500, оборудван с анализатор на енергийна дисперсия. Покритието показва нисък коефициент на триене и добра адхезионна устойчивост между основата и преходния слой Cr/CrN, както и между преходния слой и слоя TiCrAlN. Постигнатата нанотвърдост е 33 GPa. Резултатите от изследването показват, че четворното твърдо покритие Cr/CrN/TiCrAlN, отложено при 200 °C, има механични свойства, сравними с покрития с подобен състав, нанесени при стандартни температури на отлагане.

Abstract: A new quaternary hard coating based on Cr/CrN adhesion layers and a TiCrAlN main coating layer was developed for low-temperature applications. It was deposited in a closed-field unbalanced magnetron sputtering equipment. The nanohardness, adhesion and thickness of the coating were characterized by Anton Paar’s nano-indenter tester, scratch tester and calotester. The chemical composition and surface morphology were investigated by a Hitachi SU 500 scanning electron microscope equipped with an energy dispersion analyzer. The coating showed a low coefficient of friction and a good adhesion strength between the substrate and the Cr/CrN transition layer, as well as between the transition layer and the TiCrAlN layer. The nanohardness achieved was 33 GPa. The research results showed that the quaternary Cr/CrN/TiCrAlN hard coating deposited at 200 °C has mechanical properties comparable to coatings with a similar composition deposited at standard deposition temperatures.



B4.7. Vassiliy Chitanov, Ekaterina Zlatareva, Lilyana Kolaklieva, Roumen Kakanakov, Tetiana Cholakova, Stefan Kolchev, **Chavdar Pashinski**, “Elastic-Plastic Properties of hard Cr-Based Nitride Coatings Deposited at Temperatures Below 200°C”, Tribology in Industry, Vol. 45, No. 2, 2023, pp. 340-350, doi:10.24874/ti.1460.03.23.05. (Q2)

Резюме: Поредици от Cr-базирани твърди покрития бяха получени чрез реактивно *разбалансирано магнетронно разпрашване в затворено поле (CFUBMS)*. Температурата на подложката се поддържаше в диапазона от 150 до 200 °C по време на отлагането. Нанотвърдостта (H) и ефективният модул на еластичност (E*) на покритията бяха изследвани, използвайки метод на индентация с регистриране на дълбочината. За да се представят механичните свойства и да се предскаже трибологичното поведение на получените покрития, бяха изчислени и анализирани съотношенията H/E* (индекс на

еластичност), H^3/E^{*2} (устойчивост на пластична деформация) и $1/(HE^{*2})$ (устойчивост на образуване на пукнатини). Резултатите от комбинираното изследване на проучвателните съотношения показваха, че те могат да бъдат използвани за класификация на очакваните износоустойчиви свойства на Cr-базирани твърди покрития, отложени при температура под 200 °C.

Abstract: Sets of Cr-based hard coatings were prepared via reactive closed field unbalanced magnetron sputtering (CFUBMS). Substrate temperature was kept in range of 150 to 200 °C during deposition. Nanohardness (H) and effective modulus of elasticity (E^*) of the coatings were examined, using depth-sensing indentation method. In order to present the mechanical properties and predict the tribological behaviour of the prepared coatings ratios H/E^* (elasticity index), H^3/E^{*2} (resistance to plastic deformation) and $1/(HE^{*2})$ (resistance to crack formation) were calculated and analysed. The results from the combined examination of the research ratios showed that they could be used for classification of the expected wear-resistant properties of Cr-based hard coatings deposited at temperature below 200 °C.



B4.8. M. D. Simov, V. S. Rupetsov, **Ch. O. Pashinski**, “Investigation of the properties of Ti/TiN/TiCN gradient hard coating deposited on Stavax ESR steel”, Bulgarian Chemical Communications, Vol. 55, Iss. 2, 2023, pp. 160-165, doi:10.34049/bcc.55.2.AESMT22-55. (Q4)

Резюме: Приложението на твърдите износоустойчиви покрития в индустрията се увеличава непрекъснато, като това е обусловено от нарастващите изискванията към качеството на инструментите и изделията. Областта на шприцформите не е изключение, там например са важни проблемите за намаляване на износването на формещите елементи, както и по-лесното отделяне на готовия детайл. Тези предизвикателства могат да се разрешат чрез нанасяне на подходящо покритие. В тази работа, градиентно Ti/TiN/TiCN твърдо покритие е нанесено върху стомана Stavax ESR чрез метода *физично парно отлагане (PVD)*. Изследвани са някои важни за практическото му приложение свойства, като се акцентира на неговата износоустойчивост. За нейното определяне е използвана методика, която се основава на теста *топка-плоскост (ball-on-flat)*, като обемът на износването е геометрично изчислен на базата на отчетената ширина на браздата. Представени са данни от проведените изследвания на износоустойчивостта в зависимост от нормалното (перпендикулярното) натоварване на трибосистемата. Проведен е анализ на резултатите и са направени изводи относно практическото приложение на покритието.

Abstract: The application of hard wear-resistant coatings in the industry constantly increases because of the growing requirements for the quality of tools and products. The field of the injection molds is not an exception, there are important problems, e.g., reducing the wear of the forming elements, as well as achieving easier ejection of the finished article. These challenges could be resolved by applying an appropriate coating. In this work, a gradient

Ti/TiN/TiCN hard coating was deposited on Stavax ESR steel by physical vapor deposition (PVD) method. Some important properties for its practical application were studied emphasizing on its wear resistance. For investigating the latter, a methodology based on the ball-on-flat test was used, as the wear volume was geometrically calculated on the basis of the measured track width. Data from the conducted studies of the wear resistance as a function of the normal load of the tribosystem are presented. Analysis of the results was performed and conclusions were made with regard to the practical application of the coating.



B4.9. V Chitanov, E Zlatareva, S Kolchev, T Cholakova, L Kolaklieva, R Kakanakov, C Pashinski, “Investigation of properties of novel multilayer Cr/CrN/CrTiN/CrTiAlN hard coating with four bilayers”, 23rd International Summer School on Vacuum, Electron and Ion Technologies 2023, IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 2710 (2024) 012024, doi:10.1088/1742-6596/2710/1/012024. (Q3)

Резюме: Оригинално многослойно твърдо покритие Cr/CrN/CrTiN/CrTiAlN с четири двуслоя (двойни слоя) беше разработено чрез реактивно *разбалансирано магнетронно разпрашване в затворено поле (CFUBMS)*. Температурата на субстрата беше поддържана в диапазона от 170 °C до 200 °C. Потокът от реактивен газ беше контролиран чрез *оптичен емисионен мониторинг*. Дебелина от 1,8 μm беше определена с помощта на калотестер. Морфологията и химичният състав бяха изследвани чрез електронна микроскопия (SEM и EDS). Нанотвърдост от 34,1 GPa и модул на еластичност от 386 GPa бяха определени с помощта на техниката на наноиндентирание. Тестът за надраскване с диамантен индентор Rockwell не показва характеристики, сочещи лоша адхезия. Тестът за възвратно-постъпателно износване разкри силна устойчивост на износване и беше определен коефициент на триене от 0,19. Разработеното многослойно твърдо покритие показва оптимални механични свойства за промишлени приложения върху инструменти от нискотемпературни материали.

Abstract: A novel multilayer Cr/CrN/CrTiN/CrTiAlN hard coating with four bilayers was developed by reactive closed field unbalanced magnetron sputtering (CFUBMS). The substrate temperature was kept in the range of 170 °C to 200 °C. The reactive gas flow was controlled by Optical Emission Monitoring. A thickness of 1.8 μm was determined using a calotester. The morphology and chemical composition were studied by electron microscopy (SEM and EDS). Nanohardness of 34.1 GPa and a modulus of elasticity of 386 GPa were determined using the nanoindentation technique. The scratch test against a diamond Rockwell indenter did not show features indicating poor adhesion. The reciprocating wear test revealed strong resistance to wear, and a coefficient of friction of 0.19 was determined. The developed multilayered hard coating showed optimal mechanical properties for industrial applications on instruments of lowtemperature materials.



B4.10. Vasilij Chitanov, Ekaterina Zlatareva, Stefan Kolchev, Lilyana Kolaklieva, Roumen Kakanakov, Tetiana Cholakova and **Chavdar Pashinski**, “Investigation of Ti/TiN/AlTiCrN hard coating deposited by Close Field Unbalanced Magnetron Sputtering”, 23rd International School on Condensed Matter Physics – 2024, IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 2952 (2025) 012006, doi:10.1088/1742-6596/2952/1/012006. (Q3)

Резюме: Разработено е и отложено твърдо покритие Ti/TiN/AlTiCrN чрез *разбалансирано магнетронно разпрашване в затворено поле*. Проведени са технологични експерименти за оптимизиране на съотношението между съставните метали Al, Ti и Cr, както и съотношението метали/азот. Измерванията чрез наноиндентирание са показали нанотвърдост от 32 GPa. Тест за надраскване с нормално (перпендикулярно) натоварване до 30 N показва добра адхезия към основата. Проведен е трибологичен тест с ротационно задвижване (*топка-плоскост*) с натоварване от 3 N и дължина на пътя 50 m. Измереният коефициент на триене е 0,34. Трябва да се отбележи, че докладваните резултати са получени при температури до 270 °C, което определя покритието като универсално. Получените резултати са съвместими с тези, добити от същото покритие, отложено чрез високотемпературни и енергийни техники като *катодно-дъгово нанасяне* и HIPIMS. Изследваното покритие е предназначено да подобри производителността на инструменти, изработени от материали с различна термична стабилност.

Abstract: A Ti/TiN/AlTiCrN hard coating was developed and deposited with Close Field Unbalanced Magnetron Sputtering. Technological experiments were performed to optimize the ratio between the composed metals Al, Ti, and Cr, and the ratio metals/nitrogen. Nanoindentation measurements obtained nanohardnes of 32 GPa. A scratch test with a normal load up to 30 N indicated good adhesion to the substrate. A tribological test with a rotational drive (ball on plate) was made with a load of 3 N and a path length of 50 m. The measured coefficient of friction was 0.34. It should be noted that the reported results are obtained at temperatures as low as 270 °C, which determines the coating as universal. The obtained results are compatible with ones obtained on the same coating deposited by high-temperature and power techniques as Cathodic Arc Deposition and HIPIMS. The investigated coating is aimed to improve the performance of tools made of materials with different thermal stability.



B4.11. Ekaterina Zlatareva, Vasilij Chitanov, Lilyana Kolaklieva, Stefan Kolchev, Tetyana Cholakova, **Chavdar Pashinski**, Tine Hribar, Miha Čekada, Roumen Kakanakov, “Development and Research of a Ti/TiN/TiAlN Hard Coating”, 23rd International School on Condensed Matter Physics – 2024, IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 2952 (2025) 012007, doi:10.1088/1742-6596/2952/1/012007. (Q3)

Резюме: Настоящото изследване е част от по-голям проект за разработване на многокомпонентни твърди, износоустойчиви покрития за промишлени приложения. В резултат на избрания технологичен процес е получено твърдо Ti/TiN/TiAlN покритие с

подобрени механични свойства и адхезия. Покритието е отложено чрез *разбалансирано магнетронно разпрашване в затворено поле*. Дебелината му е определена чрез метода на *кратерообразуване с топка (калотест)*, а грапавостта е измерена с помощта на контактен профилометър и конфокален оптичен микроскоп. Чрез наноиндентирание са определени нанотвърдост от 32,3 GPa и ефективен модул на еластичност от 422 GPa. Не са открити пукнатини и критични повреди по време на теста за надраскване до 30 N. Срещу диамантен индентор е измерен коефициент на триене от 0,12. Морфологичното изследване чрез SEM показва плътна структура без значителни дефекти. Елементният състав на основния слой, определен чрез SEM/EDS, е: N – 42 at%, Al – 26 at% и Ti – 32 at%.

Разглежданото покритие може да се използва като основа за разработване на многокомпонентни покрития, включително приложение като подслой в многослойни покрития. Като самостоятелно покритие, то е приложимо за нанасяне върху режещи инструменти за суха металообработка.

Abstract: The present study is a part of a larger project of developing multicomponent hard, wear-resistant coatings for industrial applications. A Ti/TiN/TiAlN hard coating with improved mechanical properties and adhesion was obtained as a result of the selected technological process. The coating was deposited via unbalanced magnetron sputtering in closed magnetic field. Its thickness was determined by the ball-cratering method and roughness was measured using a contact profilometer, and a confocal optical microscope. Nanohardness of 32.3 GPa and effective modulus of elasticity of 422 GPa were determined by nanoindentation. No cracks and critical failures were detected during the scratch test up to 30 N. Scratching coefficient of 0.12 was measured against diamond indenter. The morphological examination by SEM showed a dense structure without significant defects. The elemental composition of the main layer determined by SEM/EDS was: N – 42 at. %, Al – 26 at. %, and Ti – 32 at. %.

The coating considered could be used as a basis for the development of multicomponent coatings, including an application as a sublayer in multilayer coatings. As a stand-alone coating, it is applicable for deposition on cutting tools for dry metal processing.



B4.12. Stefan Kolchev, Lilyana Kolaklieva, Daniela Kovacheva, Genoveva Atanasova, Tetiana Cholakova, Vasiliy Chitanov, Ekaterina Zlatareva, Roumen Kakanakov and **Chavdar Pashinski**, “Mechanical and Tribological Behavior of TiAlSiN/AlSiN Coatings Depending on the High-Temperature Treatment”, *Coatings* 2025, 15 (5), 542, doi:10.3390/coatings15050542. (Q2)

Резюме: Покритията TiAlSiN/AlSiN с 3 и 30 периода бяха успешно отложени чрез технология за *катодно-дъгово нанасяне*. Съставът, структурата, механичните и трибологичните свойства бяха изследвани при термична обработка от 700 °C до 900 °C. SEM наблюдението и EDS анализът потвърдиха плътната структура и стабилния елементен състав в дълбочината на покритието при повишени температури. При 800 °C

беше установено ограничено повърхностно окисление, което се увеличи умерено при по-висока температура от 900 °C. Периодът (*на модулация*) на покритието показва нанокomпозитна структура от нанозърна TiAl(Si)N и AlN, включени в аморфна Si₃N₄ матрица, което се установи чрез XRD и XPS анализи. Покритията показват висока твърдост от 41,1 GPa и 36,4 GPa съответно за 3- и 30-периодните покрития. Покритията с по-големи модулационни периоди демонстрират отлична твърдост при висока температура и устойчивост на еластични и пластични деформации до 900 °C. Твърдостта на покритията с по-малък период на модулация намалява до 29,7 GPa при същата температура, което води до намаляване на съотношенията H/E и H³/E*². Трибологичните тестове установиха, че износоустойчивостта при високи температури зависи силно от състава и архитектурата на покритието. Механизмът на окислително износване доминира при покритията с голям период на модулация, а степента на износване намалява с повишаване на температурата. Абразивното износване е преобладаващо при покритията с по-нисък период на модулация, което води до увеличаване на степента на износване. Стойности на степента на износване от 7,27·10⁻⁶ mm³/Nm и 8,53·10⁻⁶ mm³/Nm са определени след отгряване при 900 °C съответно за 3- и 30-периодните покрития.

Abstract: TiAlSiN/AlSiN coatings, with 3 and 30 periods, were successfully deposited by cathodic-arc evaporation technology. The composition, structure, mechanical, and tribological properties were studied at thermal treatment from 700 °C to 900 °C. The SEM observation and EDS analysis verified the dense structure and stable element composition in the coating depth at increased temperatures. A limited surface oxidation was identified at 800 °C, which increased moderately at a higher temperature of 900 °C. The coating period displays a nanocomposite structure of TiAl(Si)N and AlN nanograins incorporated in an amorphous Si₃N₄ matrix obtained by XRD and XPS analyses. The coatings exhibit high hardness of 41.1 GPa and 36.4 GPa for the 3- and 30-period coatings, respectively. The coatings with higher modulation periods demonstrate an excellent high temperature hardness and resistance to elastic and plastic deformations up to 900 °C. The hardness of the coatings with a smaller modulation period reduces to 29.7 GPa at the same temperature, causing a decrease in the H/E and H³/E*² ratios. The tribological tests found that the hightemperature wear resistance depends strongly on the coating composition and architecture. An oxidation wear mechanism dominates the coatings with a large modulation period, and the wear rate decreases with a temperature increase. Abrasive wear is predominant in coatings with a lower modulation period, leading to an increasing wear rate. Wear rate values of 7.27 × 10⁻⁶ mm³/N·m and 8.53 × 10⁻⁶ mm³/N·m were determined after annealing at 900 °C for the 3- and 30-period coatings, respectively.



Г7: Научна публикация в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация

Г7: Scientific publication in sources which are referenced and indexed in world-renowned databases of scientific information

Г7.1. Vasilij Chitanov, Lilyana Kolaklieva, Roumen Kakanakov, Tetiana Cholakova, **Chavdar Pashinski**, Stefan Kolchev, Ekaterina Zlatareva, Genoveva Atanasova, Alexander Tsanev, Kurt Hingerl, “Investigation of Optical Properties of Complex Cr-Based Hard Coatings Deposited through Unbalanced Magnetron Sputtering Intended for Real Industrial Applications”, *Coatings* 2024, 14 (8), 946, doi:10.3390/coatings14080946. (Q2)

Резюме: Представено е предварително изследване на оптичните свойства на сложни Cr-базирани твърди покрития, както и тяхната връзка със съставната структура на тези покрития. Структурите на покритията Cr/CrN, Cr/CrN/CrAlN, Cr/CrN/CrTiAlN и Cr/CrN/CrAlTiN са отложени чрез *разбалансирано магнетронно разпрашване*. Измерени са техните механични свойства, особено нанотвърдост, коефициент на триене и адхезия. Структурата и съставът на покритията са характеризирани чрез SEM, FIB, XPS и TEM. Оптичните им свойства са изследвани чрез UV-Vis елипсометрия. Фазовата разлика Δ на оптичните параметри, амплитудното съотношение Ψ , честотно-зависимата реална ($\epsilon_1(\omega)$) и имагинерна ($\epsilon_2(\omega)$) част на диелектричната функция и съответните индекси на пречупване и екстинкция $n(\omega)$ и $k(\omega)$ са измерени и моделирани чрез регресионен анализ, реализиран с помощта на софтуера WVASE© версия 3.686. Постигнато е задоволително съвпадение между измерените оптични данни и съответните модели за напасване. Физическите поликристални оптични константи на индустриалните проби бяха извлечени от данни за моделиране с грапавост. Анализът на данните показва, че елипсометричното характеризиране може да се използва за определяне на физичните свойства на Cr-базирани твърди покрития със сложна структура и състав, както и за контрол на повторемостта на процеса на отлагане. Необходими са, обаче, по-подробни изследвания, за да се предскаже съставът въз основа на измерените оптични свойства.

Abstract: A preliminary investigation of the optical properties of complex Cr-based hard coatings and their connection with the compound structure of the coatings is presented. Cr/CrN, Cr/CrN/CrAlN, Cr/CrN/CrTiAlN, and Cr/CrN/CrAlTiN coating structures were deposited through unbalanced magnetron sputtering. Their mechanical properties, especially nanohardness, coefficient of friction, and adhesion, were measured. The structure and composition of the coatings were characterized through SEM, FIB, XPS, and TEM. Their optical properties were investigated by UV-VIS ellipsometry. The optical parameters' phase difference Δ , the amplitude ratio Ψ , the frequency-dependent real ($\epsilon_1(\omega)$) and imaginary ($\epsilon_2(\omega)$) part of the dielectric function, and the corresponding refractive and extinction indexes $n(\omega)$ and $k(\omega)$ were measured and modelled via regression analysis implemented using the WVASE© software version 3.686. Satisfactory coincidence was achieved between the measured optical data and the corresponding fitting models. The physical polycrystalline optical constants of the industrial samples were extracted from modelling data with roughness. The analysis of the data showed that ellipsometric characterisation can be used in

order to determine the physical properties of Cr-based hard coatings with complex structure and composition, as well as for repeatability control of the deposition process. However, more detailed research is needed to predict the composition based on measured optical properties.



Г7.2. Chavdar Pashinski, "Investigation of the Influence of Deposition Temperature and N₂ Flow on the Hardness of TiN Coating", Engineering Proceedings, vol. 100, iss. 1, art. 54, 2025, doi:10.3390/engproc2025100054. (Q3)

Резюме: Макар че, областта на индустриалните покрития се развива бурно, някои класически решения не губят своето значение. В тази работа се описват създаването и изследването на TiN покритие, като се отчита влиянието на два от важните фактори на процеса – температурата на нанасяне и дебита на N₂. Показаният метод може да бъде приложен и за други покрития, особено в началния етап на тяхната разработка.

Abstract: Although the field of industrial coatings grows rapidly, some classic solutions do not lose their relevance. In this work, the creation and study of a TiN coating are described, taking into account the influence of two important factors in the process—deposition temperature and N₂ flow rate. The method shown here could also be applied to other coatings, especially in the initial stage of their development.



Г8: Научна публикация в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни трудове

Г8: Scientific publication in non-refereed journals with scientific peer-review or in edited collective works

Г8.1. G. Mishev, V. Rupetsov, S. Dishliev, Ch. Pashinski, "Research the wear resistance of multilayer coating Ti/TiN/TiCN-ml on 1.2343 steel", Proceedings of the 11th International Conference "THE-A" Coatings in Manufacturing Engineering, 1-3 October 2014, Thessaloniki, Greece, pp. 139-147, ISBN 978-960-98780-8-1.

Резюме: Повишаването на износоустойчивостта на шприцформите води до подобряване на жизнения им ресурс и намаляване на производствените разходи. За производството на шприцформи в "Арексим Инженеринг" – Смолян/БГ се използва предимно стомана 1.2343. В настоящата статия са представени резултати от изследването на износоустойчивостта на многослойно покритие Ti/TiN/TiCN-ml върху стомана 1.2343. Изследвано е влиянието на скоростта, дължината на следата (*изминатия път*) и натоварването върху интензитета на износване на покритието. Същото е нанесено върху незакалени шлифовани образци, закалени шлифовани образци и закалени полирани образци.

Abstract: Increasing the wear resistance of injection molds leads to improve their living resources and reduce the production cost. For injection molds production in "Arexim Engineering" – Smolyan/BG mainly 1.2343 steel is used. In the current paper are presented results of the wear resistance investigation for Ti/TiN/TiCN-ml multilayer coating on 1.2343 steel. The influence of the velocity, trace length and load on the wear intensity of the coating is investigated. The coating is applied on unhardened grinded specimens, hardened grinded specimens and hardened polished specimens.



Г8.2. Ch. Pashinski, M. Angelov, V. Rupetsov, D. Petrov, P. Shindov, S. Dishliev, “Arc bond sputtering equipment for deposition of innovative industrial coatings”, Proceedings of the IV International Conference Industrial Engineering And Environmental Protection 2014 (IIZS 2014), 15th October 2014, Zrenjanin, Serbia, pp. 356-361, ISBN: 978-86-7672-234-1.

Резюме: Нанасянето на покрития има огромно приложение в съвременната индустрия. Стремещт към високо качество и екологичност все повече разширява приложението на PVD технологията. Тази статия разглежда конструирано и изработено оборудване за комбиниран дъгов и разпрашващ процес (Arc Bond Sputtering) на насяне, което е способно да създава покрития с ценни за индустрията свойства. Показани са най-важните негови възли и са обяснени принципите, заложи в неговата конструкция. В края са описани две перспективни покрития, нанесени с това оборудване: нанокмпозитно Ti/TiN/TiCN/nc-TiCN:a-C/nc-TiC:a-C/a-C и свръхрешетъчно (наноламинатно) Ti/TiN/CrN-ml. Тяхната експериментално определена стойност на степента на износване е съпоставима с най-добрите известни резултати за подобни покрития.

Abstract: The deposition of coatings is widely used in the modern industry. The pursuit of a high quality and an environmental friendliness increasingly extends the application of the PVD technology. This article describes one designed and manufactured equipment for Arc Bond Sputtering deposition which is able to create coatings with valuable industrial properties. Its most important assemblies are shown and the principles in its design are explained. At the end two promising coatings deposited by this equipment are described: a nanocomposite Ti/TiN/TiCN/nc-TiCN:a-C/nc-TiC:a-C/a-C and a superlattice Ti/TiN/CrN-ml. Their experimentally determined value of the wear rate is comparable with the best known results for similar coatings.



Г8.3. S. Dishliev, V. Rupetsov, G. Mishev, M. Angelov, **Ch. Pashinski**, “Research the wear resistance of multilayer nanocomposite coating Ti/TiN/TiCN-ml on 1.2767 steel”, Proceedings of BALKANTRIB’14 8th International Conference on Tribology, 30th October - 1st November 2014, Sinaia, Romania, pp. 529-536, ISBN 978-973-719-570-8.

Резюме: Шприцформите за производство на пластмасови изделия са подложени на интензивно износване. Повишаването на тяхната износоустойчивост води до подобряване на жизнения цикъл и намаляване на производствените разходи. За производството на шприцформи в "Арексим Инженеринг" – Смолян/БГ се използва предимно стомана 1.2767. В настоящата статия са представени резултати от изследването на износоустойчивостта на многослойно нанокompозитно покритие Ti/TiN/TiCN-ml върху стомана 1.2767. Изследвано е влиянието на скоростта, дължината на следата (*изминатия път*) и натоварването върху интензитета на износване на покритието. Покритието е нанесено върху незакалени шлифовани образци, закалени шлифовани образци и закалени полирани образци.

Abstract: Injection molds for plastic products production are subject of intensive wear. Increasing their wear resistance leads to improve the living resources and reduce the production cost. For injection molds production in "Arexim Engineering" – Smolyan/BG mainly 1.2767 steel is used. In the current paper are presented results of the wear resistance investigation for Ti/TiN/TiCN-ml multilayer nanocomposite coating on 1.2767 steel. The influence of the velocity, trace length and load on the wear intensity of the coating is investigated. The coating is applied on unhardened grinded specimens, hardened grinded specimens and hardened polished specimens.



Г8.4. V. Rupetsov, S. Dishliev, G. Mishev, R. Majchrowski, **Ch. Pashinski**, J. Javorova, "Research the wear resistance of nanocomposite coating Ti/TiN/TiCN/nc-TiCN:a-C/nc-TiC:a-C/a-C on 1.2343 steel", TEHNOMUS - New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies, №22, 2015, pp. 352-357, ISSN-1224-029X.

Резюме: Повишаването на износоустойчивостта на шприцформите води до подобряване на жизнения цикъл и намаляване на производствените разходи. Една от използваните стомани за производство на компоненти за шприцформи е стоманата 1.2343. В настоящата статия са представени резултати от изследване на износоустойчивостта на отложено нанокompозитно покритие Ti/TiN/TiCN/nc-TiCN:a-C/ncTiC:a-C/a-C върху стомана 1.2343. Изследвано е влиянието на натоварването върху интензитета на износване на покритието. Покритието е нанесено върху незакалени шлифовани образци, закалени шлифовани образци и закалени полирани образци.

Abstract: An increasing of the wear resistance of injection molds leads to improvement in the living resources and reduction of the production cost. One of used steels for producing of components for injection molds is 1.2343 steel. In the current paper are presented results for wear resistance investigation of deposited Ti/TiN/TiCN/nc-TiCN:a-C/ncTiC:a-C/a-C nanocomposite coating on 1.2343 steel. The influence of the load on the wear intensity of the coating is investigated. The coating is applied on unhardened grinded specimens, hardened grinded specimens and hardened polished specimens.



Г8.5. Д. Русчев, Р. Райчев, **Ч. Пашински**, „Моделиране на монотръбен амортизатор, чувствителен към ускорение в средата на Lab AMESim”, *Fundamental Sciences and Applications*, vol. 21, book 2, 2015, pp. 209-212, ISSN 1310-8271.

Резюме: В настоящата статия е представен симулационен модел на монотръбен амортизатор, който е снабден с допълнителен инерционен клапан, чувствителен към ускорението на подвижните части. За настройка на параметрите на симулационния модел, са използвани метода за сондиране на допустимата област и метода на симплексното търсене.

Abstract: This paper presents a simulation model of monotube damper, equipped with additional inertia valve sensitive to the acceleration of the moving parts. The model is built on an existing construction. To set the parameters of the simulation model used method for probing the eligible area and the method of simplex search.



Г8.6. Ч. Пашински, Д. Русчев, Р. Райчев, „Компютърна програма за улесняване на употребата на универсална делителна глава”, *Fundamental Sciences and Applications*, vol. 21, book 2, 2015, pp. 213-218, ISSN 1310-8271.

Резюме: Универсалната делителна глава е важно приспособление към фрезовата машина. Понякога нейното използване, особено при диференциално делене, е затруднително, като е свързано със загуба на време и допускане на грешки. Поради тази причина бе разработена компютърна програма, който извършва всички необходими изчисления за нужната настройка на главата при делене на заготовката на произволен брой части. Тук се разглеждат тази програма и използвания алгоритъм.

Abstract: An universal dividing head is one important contrivance of the milling machine. Sometimes its usage (especially when a differential indexing is implemented) is unpleasant as it is associated with loss of time and errors occurrence. Therefore, one computer program was developed which performs all necessary calculations for the required adjustment of the head when one workpiece being divided into various number of divisions. This program and applied algorithm are shown here.



Г8.7. V.S. Rupetsov, L.P. Kolaklieva, V.I. Kopanov, V.A. Chitanov, **Ch.O. Pashinski**, S.I. Dishliev, “Determination of tribological parameters of Ti/TiN/CrN-ml coating applied on 1.2343 steel”, *Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies*, №6, 2015, pp. 91-95, ISSN 1314-7773.

Резюме: Изискванията на индустрията по отношение на твърдите покрития постоянно нарастват. Едно от най-перспективните направления в момента е създаването на наноламинати: многослойни покрития, в които отделните слоеве са с дебелина от няколко nm. Тук се разглежда подобно покритие: Ti/TiN/CrN-ml, като се изследват неговите трибологични и механични свойства, които са най-важни за практическата му пригодност. Получените резултати показват, че това покритие би могло напълно да удовлетворява съвременните нужди на индустрията.

Abstract: The requirements of the industry in terms of hard coatings increase constantly. Nowadays, one of the most promising trends is the creation of nanolaminates: multilayer coatings in which the single layers have a thickness of several nm. Such a coating is considered here: Ti/TiN/CrN-ml by examination of its tribological and mechanical properties which are the most important for its practical suitability. The obtained results indicate that this coating could fully satisfy the present needs of the industry.



Г8.8.3. Златанов, Р. Райчев, **Ч. Пашински**, „Матрично изследване на статически неопределима равнинна рамка под действие на статичен товар”, Seventh International Scientific Conference "Engineering, Technologies and Systems", 17-19 май 2018, Пловдив, pp. II-305 – II-308, ISSN Online: 2535-0048.

Резюме: В статията е разгледана статически неопределима равнинна рамка, натоварена на огъване. Използван е матричен запис на решението по силов метод. Представен е алгоритъм на решение.

Abstract: A statically undefined planar frame loaded with bending is examined in the paper. A matrix type of a strong method is used. An algorithm of solution is presented.



Г8.9. В. Рупецов, **Ч. Пашински**, „Лабораторна установка за изследване на фрикционен вариатор”, TechCo – Lovech 2019, 10 май 2019, Ловеч, том I, с. 115-120, ISSN 2535-079X.

Резюме: Безстепенното регулиране на честотата на въртене позволява да се изменя скоростния режим без спиране на работната машина, подобрява технологичния процес, съкращава операционното и спомагателното време, дава възможност за автоматизиране на управлението на машините.

В настоящия труд е разгледана конструкцията на проектиран и изработен стенд за лабораторни изследвания, с когото се определят кинематичните характеристики на фрикционен вариатор и особеностите при предаване на енергия с такъв вид задвижване. Използвана е схема на фрикционна предавка с едно променливо колело. Представена е методика за провеждане на изследването.

Abstract: Stepless regulation of the rotational frequency allows changing the speed mode without stopping the working machine, improves the technological process, reduces operating and auxiliary time, and enables the automation of machine control.

This paper explores the construction of a designed and manufactured laboratory test stand which is used to determine the kinematic characteristics of a friction variator and the peculiarities of energy transmission with this type of drive. A friction gear scheme with one variable wheel is used. A methodology for conducting the study is presented.



Г8.10. Chavdar Pashinski, “Rapid design of carousels for PVD equipment: some considerations”, Journal of Physics and Technology, Vol. 4, No 1, 2020, pp. 35-40, ISSN 2535-0536.

Резюме: В индустриалните процеси на *физично парно отлагане (PVD)* често пъти е необходима бърза подготовка за изпълнението на дадена поръчка. Когато последната е голяма, често се налага конструирането и изработването на специален карусел, който да събере достатъчно образци и да направи изпълнението ѝ изгодно. Тук се дават някои насоки за подобно конструиране, които са практически обосновани.

Abstract: One rapid preparation is often required in industrial Physical Vapor Deposition (PVD) processes for the execution of an order. When the latter is large, it is often necessary to design and manufacture a special carousel collecting enough samples and making the order performance profitable. Some practically justified guidelines for such design are provided here.



Г8.11. Velko Rupetsov, Chavdar Pashinski, Kiril Kiranov, „Установка за изследване на клиноремъчен вариатор”, TechCo–2021, 2-3 юли 2021, Ловеч, с. 30-33, ISSN 2535-079X.

Резюме: В настоящия труд е разгледана конструкцията на установка за лабораторни изследвания на клиноремъчен вариатор. Тя се прилага за определяне на кинематичните характеристики и особеностите при предаване на енергия с такива видове задвижване. Използвана е схема на клиноремъчен вариатор с една ругулируема ремъчна шайба, която се измества както в осово, така и в междуосово направление. Представена е методика за провеждане на изследването.

Abstract: In the present work, one construction of an equipment for laboratory tests of a V-belt variator is considered. It is applied to determine the kinematic characteristics and the features of the energy transmission using similar drive types. A V-belt variator scheme with one adjustable belt pulley is used which moves in both axial and interaxial directions. A methodology for the research conduction is presented.



Г8.12. М. D. Simov, V. S. Rupetsov, **Ch. O. Pashinski**, “Mechanical tests of gradient Ti/TiN/TiCN hard coating intended for tool production”, Alternative Energy Sources, Materials & Technologies (AESMT’22), 27-28 June 2022, Veliko Tarnovo, vol. 4, pp. 99-100, ISSN 2603-364X.

Резюме: Понастоящем, твърдите покрития се използват практически навсякъде в машиностроенето, като разнообразието им е голямо. При експлоатацията на шприцформи съществуват проблеми с бързото износване на активните елементи, изхвърлянето на готовия детайл и др., които могат да се решат успешно чрез нанасяне на подходящо покритие. Тук се изследват основните механични свойства на градиентно Ti/TiN/TiCN твърдо покритие върху стомана Stavax ESR, което е създадено чрез метода *физично парно отлагане (PVD)*. Особено внимание е обърнато на износоустойчивостта, която е изследвана чрез метода *топка-плоскост (ball-on-flat)* при различни натоварвания приложени на контратялото. Измерена е ширината на издълбаните следи и използвайки нейната стойност, геометрично е определена степента на износване. Получените резултати са анализирани и са дадени препоръки за практическото използване на покритието.

Abstract: Nowadays, hard coatings are used practically everywhere in machine building and their variety is huge. During the operation of injection molds there are some problems with the rapid wear of the active elements, the ejection of the finished article, etc., which could be successfully solved by applying of a suitable coating. The main mechanical properties of gradient Ti/TiN/TiCN hard coating on Stavax ESR steel which was created by Physical Vapor Deposition (PVD) method, are investigated here. A special attention is paid to the wear resistance which was studied by the ball-on-flat method at different loads applied on the counter-part. The width of the carved traces was measured and using its value, the wear rate was geometrically evaluated. The obtained results are analyzed and recommendations for the practical use of the coating are given.



Г8.13. Vassiliy Chitanov, Ekaterina Zlatareva, Lilyana Kolaklieva, Roumen Kakanakov, Tetiana Cholakova, Stefan Kolchev, **Chavdar Pashinski**, “Nanohardness and module of elasticity of Cr-based nitride coatings deposited at temperatures below 200 °C”, Journal of the Technical University of Gabrovo, Vol. 66, 2023, pp. 43-45, ISSN 1310-6686.

Резюме: Поредици от твърди покрития на базата на Cr бяха получени чрез реактивно *разбалансирано магнетронно разпрашване в затворено поле (CFUBMS)*. Температурата на подложката се поддържаше в диапазона от 150 до 200 °C по време на отлагането. Нанотвърдостта (H) и ефективният модул на еластичност (E*) на покритията CrN, CrAlN, CrTiN и CrTiAlN бяха изследвани с помощта на метода на индентация с регистриране на дълбочината. Резултатите от комбинираното изследване на проучвателните съотношения показаха, че тройните и четворните твърди покрития имат превъзходни механични свойства, които силно зависят от условията на отлагане.

Abstract: Sets of Cr-based hard coatings were prepared via reactive closed field unbalanced magnetron sputtering (CFUBMS). Substrate temperature was kept in range of 150 to 200 °C during deposition. Nanohardness (H) and effective modulus of elasticity (E*) of the CrN, CrAlN, CrTiN and CrTiAlN coatings were examined using depth-sensing indentation method. The results from the combined examination of the research ratios showed that the triple and quaternary hard coatings have superior mechanical properties and they strongly depend on the deposition conditions.



Г8.14. Ekaterina Zlatareva, Vasiliy Chitanov, Stefan Kolchev, Tetiana Cholakova, Lilyana Kolaklieva, Roumen Kakanakov, **Chavdar Pashinski**, „Влияние на тока на титановите таргети върху адхезията на твърди покрития CrTiAlN, получени чрез разбалансирано магнетронно разпрашване в затворено поле“, Международна научна конференция „Мехатроника, еко- и енергоспестяващи системи и технологии“ (МЕЕСТ’23), 14-16 ноември 2023, Пловдив, с. 129-134, ISSN: 2815-4916.

Резюме: За изследване на влиянието на токовете на мишените от Ti върху адхезията към подложка от HSS бяха приготвени твърди CrTiAlN покрития. Пробите бяха обработени в UDP 850 (Teer Coatings) чрез *магнетронно разпрашване в затворено поле* при температури под 200 °C. Технологичните режими се различаваха по стойностите на токовете на Ti-мишените, докато останалите технологични параметри бяха запазени същите. Химичният състав на покритието, показващо оптимални свойства, е: Cr – 48,4 at%, Ti – 7,8 at%, Al – 6,9 at%, N – 36,9 at%. Прогресивен тест за надраскване при натоварване от 0,5 N до 30 N не разкрива особености, предполагащи никакви нарушения в адхезията и кохезията. За това покритие беше измерен най-ниският коефициент на триене спрямо индентора на Рокуел – 0,117. Установени бяха значителни предимства на това покритие в сравнение с останалите от серията.

Abstract: Hard CrTiAlN coatings were prepared to research the influence of Ti-targets currents on the adhesion to HSS substrate. The samples were processed in UDP 850 (Teer Coatings) by Closed Field Magnetron Sputtering at temperatures below 200 °C. The technological regimes differed in values of Ti-targets currents while the other technological parameters were kept the same. The chemical composition of the coating showing optimal properties is: Cr – 48.4 at. %, Ti – 7.8 at. %, Al – 6.9 at. %, N – 36.9 at. %. A progressive scratch test at loading from 0.5 N to 30 N does not reveal features implying any failures in the adhesion and cohesion. The lowest coefficient of friction against the Rockwell indenter – 0.117, was measured for this coating. Significant advantages of this coating compared to the others in the series were found.



Г8.15. Чавдар Пашински, “Съвременни тенденции при PVD покритията за режещи инструменти”, Механика Транспорт Комуникации, том 23, брой 2, статия № 2653, 2025, с. XIII-1 - XIII-10, ISSN 2367-6620 (online).

Резюме: Твърдите и свръхтвърди покрития се нанасят рутинно върху съвременните режещи инструменти, като значително повишават експлоатационните им способности. Съществува голямо разнообразие от покрития, като всяко от тях е удачно за определен работен режим, материал на заготовката, грапавост на обработената повърхност и др. Затова, особено при презаточване с последващо нанасяне на покритие, е добре възложителят да има познания в тази област, за да направи добър избор. Понеже, не винаги е ясно какво е било оригиналното покритие, нито винаги има възможност то да бъде повторено. Тук се разглеждат някои от най-използваните покрития за режещи инструменти, като са подредени и класифицирани, а данните за тях са събрани от каталози на производители, научни публикации и опита на автора.

Abstract: Hard and superhard coatings are routinely deposited on the modern cutting tools and thus significantly enhancing their performance capabilities. There is a wide variety of coatings and each of them is suitable for a specific operating mode, workpiece material, roughness of the processed surface, etc. Therefore, especially when resharpener with a subsequent coating, it is reasonable the client to have knowledge in this area in order to make a good choice. Because it is not always clear what the original coating was, nor it is always possible to replicate it. Some of the most commonly used coatings for cutting tools are shown here, sorted and classified, and the data about them were collected from manufacturers' catalogs, scientific publications and author's experience.



Г8.16. Chavdar Pashinski, "Preliminary Static Balancing of Rotating Masses Using MS Excel Solver", International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER), vol. 13, iss. 9, art. SE25902171207, 2025, pp. 1-4, doi:10.70729/SE25902171207.

Резюме: Балансирането на въртящи се елементи е важно условие за намаляване на реакциите възникващи в опорите им, като по този начин се гарантира стабилна и дълготрайна експлоатация на конструкцията. При масивни съставни въртящи се структури е разумно предварително да се подредят отделните компоненти преди тяхната заварка или монтаж с цел да се постигне максимално статично балансиране. Това би улеснило последващото окончателно балансиране на стенд. Целта на това изследване е да демонстрира как MS Excel Solver може да се използва за постигане на предварително статично балансиране на въртящи се маси, конкретно за подреждане на лопатките на работно колело на турбина Франсис, като се минимизира ексцентрицитетът.

Abstract: The balancing of rotating elements is an important condition for reducing the reactions that arose in their supports thus ensuring stable and long-term operation of the

construction. In the case of massive composite rotating structures, it is prudent to prearrange the individual components before their welding or assembling in order to achieve maximum static balancing. This could facilitate the subsequent final bench balancing. The purpose of this study is to demonstrate how MS Excel Solver can be applied to achieve preliminary static balancing of rotating masses, specifically for arranging the blades of a Francis turbine runner, to minimize eccentricity.



Г8.17. Chavdar Pashinski, „Нискотемпературно PVD нанасяне и механично характеризиране на Cr-N покритие върху бързорежна стомана P6M5“, Международна научна конференция „Мехатроника, еко- и енергоспестяващи системи и технологии“ (МЕЕСТ’25), 26 септември 2025, Габрово, с. 106-111, ISSN: 2815-4924.

Резюме: В днешно време, практически всеки режещ инструмент има нанесено твърдо (или свръхтвърдо) покритие за повишаване на неговите механичните свойства. С течение на времето, тези покрития се развиха и днес са разработени и приложени различни многослойни, наноламинатни, нанокомпозитни и др. структури. Но, отдавна известните еднослойни (монолитни) покрития все още са актуални в определени ситуации. Тук се описва технологичен процес за нискотемпературно нанасяне на еднослойно CrN покритие върху бързорежна стомана P6M5 и се разглежда последващо изпитване на механичните му свойства. Получените резултати показват висока твърдост съчетана с отлична адхезия и нисък постоянен коефициент на триене.

Abstract: Nowadays, practically every cutting tool has a hard (or superhard) coating deposited to enhance its mechanical properties. Over time, these coatings have evolved and today various multilayer, nanolaminate, nanocomposite, etc. structures were developed and applied. But, the long-known monolayer (monolithic) coatings are still relevant in certain situations. Here, one technological process for low-temperature deposition of a monolayer CrN coating on P6M5 high-speed steel is described and a subsequent testing of its mechanical properties is considered. The obtained results show high hardness combined with excellent adhesion and a low stable coefficient of friction.



Г8.18. Чавдар Пашински, „Механични свойства на Cr/CrN/CrAlN покритие, нанесено чрез нискотемпературно магнетронно разпрашване върху бързорежна стомана P6M5“, X International Scientific Conference “Industry 4.0“ – Winter Session, 10-13 December 2025, Borovets, vol. 2, pp. 191-194, ISSN (Print) - 2535-0153, ISSN (Online) - 2535-0161.

Резюме: Многослойните твърди покрития за режещи инструменти са широко разпространени понастоящем. Когато те се прилагат върху бързорежни и други стомани, навяра необходимост процесът на нанасяне да се случва при по-ниски температури, за да се предотврати фазово изменение в подложката (респективно намаляване на нейната твърдост). Но, тези по-ниски температури често може да

компрометират приложеното покритие, предимно неговата адхезия. В това изследване, се разглежда Cr/CrN/CrAlN покритие нанесено чрез магнетронно разпрашване върху бързорезна стомана P6M5 при температура, достигаща 200 °C. Чрез използване на подходящ композиционен градиент в слоевете му, се постига добра адхезия към подложката.

Abstract: Multilayer hard coatings for cutting tools are currently widespread. When they are applied on high-speed and other steels, there is a growing need for the deposition process to occur at lower temperatures to prevent phase transformations in the substrate (and a decrease in its hardness respectively). However, these lower temperatures could often compromise the applied coating, primarily its adhesion. In this study, one Cr/CrN/CrAlN coating deposited by magnetron sputtering on high-speed steel P6M5 at a temperature up to 200 °C is considered. By using an appropriate compositional gradient in its layers, a good adhesion to the substrate is achieved.



Г8.19. Plamen Kasabov, **Chavdar Pashinski**, “Investigation and optimization of the cutting parameters of an anti-vibration boring bar”, X International Scientific Conference “Industry 4.0“ – Winter Session, 10-13 December 2025, Borovets, vol. 2, pp. 227-230, ISSN (Print) - 2535-0153, ISSN (Online) - 2535-0161.

Резюме: Настоящото изследване предоставя експериментална оценка и статистическа оптимизация на параметрите на рязане по време на разстъргващи операции, извършвани чрез антивибрационен разстъргващ прът с TMD. Проведен е пълен факторен експеримент, в който скоростта на рязане и степента на подаване при обработка бяха изследвани като основни технологични параметри, влияещи върху получената грапавост на повърхността при обработка на стомана DIN 42CrMo4. Приложени са регресионно моделиране и дисперсионен анализ, за да се установят надеждни функционални връзки между параметрите на рязане и полученото качество на повърхността. Фокусът е върху идентифицирането на факторите, които най-силно определят резултата от процеса, както и върху валидирането на модел с висока способност за оптимизация и контрол на процеса. Изследването подчертава важността на разбирането на тези зависимости при разстъргване с антивибрационни разстъргващи пръти и предоставя стабилна методологична основа, която подкрепя по-нататъшното развитие, оптимизация и практическо внедряване.

Abstract: The present study provides an experimental assessment and statistical optimization of the cutting parameters during boring operations performed with an TMD anti-vibration boring bar. A full factorial experiment was conducted, in which cutting speed and feed rate of machining were examined as the primary technological parameters affecting the resulting surface roughness when machining of DIN 42CrMo4 steel. Regression modelling and analysis of variance were applied to establish reliable functional relationships between the cutting parameters and the resulting surface quality. The focus is on identifying the factors

that most strongly govern the process response, as well as on validating a model with high capability for process optimization and control. The study highlights the importance of understanding these dependencies when boring with anti-vibration boring bars and provides a robust methodological foundation that supports further development, optimization, and practical implementation.



Значение на някои специфични абривиатури (meaning of some specific abbreviations):

EDS - енергодисперсионна рентгенова спектроскопия (Energy-dispersive X-ray spectroscopy)

FIB - фокусиран йонен лъч (Focused Ion Beam)

HIPIMS - високомощностно импулсно магнетронно разпрашване (High-power Impulse Magnetron Sputtering)

SEM - сканиращ електронен микроскоп (Scanning Electron Microscope)

TEM - трансмисионен електронен микроскоп (Transmission Electron Microscope)

TMD - настроен масов демпфер (Tuned Mass Damper)

UV-Vis - ултравиолетова-видима, оптична (Ultraviolet-Visible)

XPS - рентгенова фотоелектронна спектроскопия (X-ray Photoelectron Spectroscopy)

XRD - рентгеноструктурен анализ (X-Ray Diffraction)

Пловдив / Plovdiv

Съставил / Prepared by:

15 януари 2026 г. / 15 January 2026

/Ч. Пашински / Ch. Pashinski/