

Для цитирования

Наумов Н.П., Чуйков С.С. Анализ актуальности и развитие стандарта ГОСТ 3882–74 «Сплавы твердые спеченные» / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 234–239.

УДК 006.74

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНОСТИ И РАЗВИТИЕ СТАНДАРТА НА СПЛАВЫ ТВЕРДЫЕ СПЕЧЕННЫЕ

Наумов Н.П., аспирант, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень
Чуйков С.С., канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень

Анализ актуальности стандарта ГОСТ 3882–74 «Сплавы твердые спеченные» направлен в целях развития отечественного стандарта. Потенциальное развитие стандарта способно предоставить результаты как для исследователей свойств материалов и режущих инструментов, давая четкое представление об объектах исследования, так и для непосредственно металлообрабатывающих предприятий, где данная информация может способствовать увеличению эффективности их деятельности.

Ключевые слова: твердые сплавы, сменная многогранная пластина, СМП, покрытие, классификация, маркировка, стандарт.

ANALYSIS OF THE RELEVANCE AND DEVELOPMENT OF A STANDARD FOR SINTERED HARD ALLOYS

Naumov N.P., Student, Tyumen Industrial University, Tyumen
Chuikov S.S., Candidate of Technical Sciences, Tyumen Industrial University, Tyumen

The analysis of the relevance of GOST 3882-74 "Sintered Hard Alloys" is aimed at developing a domestic standard. The potential development of the standard could provide results both for researchers studying the properties of materials and cutting tools, providing a clear understanding of the objects of study, and for metalworking companies themselves, where this information could contribute to improving their operational efficiency.

Keywords: hard alloys, replaceable multi-faceted insert, indexable inserts, coating, classification, marking, standard.

Действующий стандарт ГОСТ 3882–74 «Сплавы твердые спеченные. Марки» [1] распространяется на твердые сплавы, предназначенные для изготовления режущего и горного инструмента, а также деталей, работающих в условиях интенсивного износа. Документ устанавливает основные требования к химическому составу, физико-механическим свойствам и областям применения этих материалов.

С момента своего утверждения в 1974 году стандарт неоднократно корректировался, в него вносились изменения и дополнения, направленные на гармонизацию с международным стандартом ISO 513–75, который классифицирует твердые сплавы по группам применения и условиям эксплуатации.

Отечественный стандарт выделяет три основные группы сплавов – ВК, ТК и ТТК, отличающиеся типом твердой фазы и составом связующей основы. В качестве связующего элемента используется, как правило, кобальт, реже – никель или железо. В стандарте подробно

определены такие характеристики, как предел прочности при изгибе (H/mm^2), плотность, твердость по шкале HRA, а также соотношение фаз и массовая доля компонентов (WC, TiC, TaC и др.).

Одним из существенных достоинств стандарта является наличие четкой системы описания состава и свойств каждой марки сплава, что обеспечивает возможность сопоставительного анализа их эксплуатационного поведения. Такая структурированная информация позволяет инженерам и исследователям проводить анализ зависимости характеристик износостойкости, теплопроводности и прочности при резании от состава и структуры сплава.

В последующих дополнениях к ГОСТ 3882–74 было введено приложение, определяющее области применения каждой марки. В нем приводятся рекомендации по выбору сплавов для конкретных видов обработки (черновая, получистовая, чистовая), типы режущего инструмента, условия работы (непрерывное или прерывистое резание), а также группы обрабатываемых материалов в соответствии с классификацией ISO (P, M, K и др.).

Несмотря на то, что ГОСТ 3882–74 частично опирается на положения международного стандарта ISO 513–75 в части групп применения и рекомендаций по режимам резания, его функциональность в современных условиях остается ограниченной. С момента последнего обновления прошло несколько десятилетий, и за это время произошли существенные изменения в области разработки твердых сплавов и технологий их производства.

Современные исследования направлены на:

- модификацию состава сплавов с введением дополнительных карбидов (TiC, TaC, NbC, VC) и комплексных соединений;
- изучение поведения сплавов при реальных условиях резания с использованием цифровых систем измерения температуры, вибраций и износа режущей кромки;
- внедрение новых методов спекания (SPS, HIP, FAST и др.), обеспечивающих более плотную структуру и мелкозернистую морфологию;
- нанесение многослойных и наноструктурированных покрытий, повышающих стойкость инструмента к термо- и абразивному износу;
- постобработку поверхности (ионная имплантация, лазерная подготовка), которая улучшает адгезию покрытия и снижает вероятность сколов.

Все эти достижения современной науки и техники не нашли отражения в действующей редакции ГОСТ 3882–74, что существенно ограничивает его применимость при разработке и оценке новых поколений твердосплавного инструмента. В связи с этим возникает необходимость пересмотра и актуализации стандарта с учетом современных материаловедческих и технологических достижений, а также требований цифрового машиностроения и промышленной аналитики.

Анализ последних публикаций исследований показывает, что исследователи экспериментируют с составами пластин [2], постобработкой изделий [3], новыми методами изготовления [4] и составами покрытий и методами их нанесения и проводят исследование поведения резцов в условиях резания металлов [5, 6, 7, 8]. Результаты таких исследований направлены на увеличение эксплуатационных характеристик, что даст огромный прирост производительности металлообрабатывающих предприятий.

Краткие результаты нескольких исследований:

- Были получены образцы композита сталь-порошковая прослойка-твердый сплав [2], что потенциально может использоваться для новых видов твердых сплавов.
- Проведено исследование влияния ионного облучения на сплав BK8 [3], в результате чего повышается ресурс режущего инструмента.
- Был представлен новый эффективный метод изготовления сплава BK из механоактивированных порошков методом искрового плазменного спекания [4], что потенциально может увеличить выпуск твердых сплавов BK или других групп при апробации метода для других групп твердых сплавов.

- Проводились исследования температур в процессе резания [5], которые показали важность влияния температуры на процесс резания, что позволит использовать более эффективные режимы обработки.

Результаты вышеописанных исследований, безусловно, дают свои плоды, давая новые способы увеличения эксплуатационных характеристик режущих пластин, однако такое разнообразие направлений с трудом поддается стандартизации.

В связи с этим можно выделить несколько проблем, связанных с маркировкой твердых сплавов для режущего инструмента:

- Микроструктура / размер зерна / распределение фаз: стандарт не регламентирует требования к зернистости, межзеренным фазам, пористости и др., что существенно влияет на износ и надежность при высоких нагрузках.
- Ограниченность в покрытиях: ГОСТы не охватывают современные покрытия (PVD, CVD, мульти-слойные, нанопокрyтия) и их влияние на эксплуатационные свойства.
- Температурная стабильность/жаропрочность: недостаточно норм, описывающих поведение при высоких температурах, циклах нагрева-охлаждения.

В сравнении с зарубежными стандартами, в частности стандартами ISO, отечественный стандарт отстает в области требований к покрытиям, методикам испытаний. Однако стандарты ISO регламентируют группы применения и методики подбора режимов резания для инструмента из твердых сплавов, а состав сплава, покрытия сменных многогранных пластин, конкретные рекомендации к подбору режимов резания остаются на усмотрение производителей (Sandvik Coromant, Kennametal, ISCAR, Tungaloy).

Международные стандарты ISO, а также нормативные документы ведущих мировых производителей инструмента активно развиваются в направлении интеграции характеристик покрытия, микро- и наноструктуры, а также эксплуатационных характеристик твердых сплавов.

ISO 513 [9] представляет собой международный стандарт, который описывает классификацию и применение твердых режущих материалов, включая твердые сплавы, керамику, алмаз и нитрид бора, для обработки металлов с использованием режущих кромок. Этот стандарт устанавливает основные группы применения и их обозначения, что способствует унификации в непосредственной практике применения инструмента.

В то время как ISO 513 предоставляет общие рекомендации по классификации, ведущие европейские производители инструмента, такие как Sandvik Coromant, Kennametal, Tungaloy Iscar и другие, разрабатывают собственные внутренние регламенты, которые более детально учитывают характеристики покрытия, микро- и наноструктуру материалов. Эти стандарты включают в себя информацию о типах покрытий (например, TiN, TiAlN, AlTiN), их влиянии на износостойкость, термостойкость и химическую стойкость инструментов. Кроме того, учитываются параметры микро- и наноструктуры, такие как размер зерна, распределение фаз и плотность упаковки, которые существенно влияют на эксплуатационные характеристики инструментов.

Каталоги производителей инструмента позволяют повысить эффективность применения инструмента из твердых сплавов за счет того, что предлагают более конкретные диапазоны режимов резания, основываясь на проводимых производителем испытаниях и физико-технических характеристиках изделий. Однако данный подход ведет к тому, что предприятие, использующее их продукцию, закрывается в инструментальной экосистеме одного производителя и переход или совмещение инструмента другого производителя становится крайне затруднительным ввиду того, что между собой они могут быть не совместимы. У каждого производителя свои внутренние стандарты на состав сплава, его покрытия, физико-технические характеристики и режимы резания, обоснованные коммерческой тайной, когда на деле составы изделий могут мало отличаться друг от друга.

В связи с вышеописанной ситуацией в стандартизации состава режущих пластин из твердых сплавов предлагается расширить уже имеющуюся маркировку по аналогии с маркировками ISO 513. Предполагается, что маркировка должна включать в себя обозначения

марки сплава, группу применения, структурный состав изделия, в частности размер зерен, метода изготовления, постобработки, наличие покрытий и их характеристики, такие как толщина и состав. Пример маркировки представлен на рис. 1.

ТТ20К9	-Р-	D	-S-	X	-P1-	ТЗ
1	2	3	4	5	6	7

Рис. 1. Расширенная маркировка твердого сплава, где: 1) – марка твердого сплава, 2) группа применения, 3) размер карбидного зерна, 4) метод изготовления, 5) вид постобработки, 6) тип покрытия, 7) толщина покрытия

Более подробное описание предполагаемой кодировки для расширенной маркировки:

- Марка сплава – традиционная маркировка (ВК, ТК, ТТК и др.)
- Группа применения – как в ISO / ГОСТ: Р, М, К, N, S, Н и др.
- Размер карбидного зерна – буквенные обозначения (А, В, С, ...)
- Метод изготовления – S, U, H, C и др.
- Постобработка – X, Y, Z, W, V и др.
- Покрытие – P1, P2, P3 ...
- Толщина покрытия – t1, t2, t3, t4

Расшифровка кодировки:

- Размер зерна:
 - А - < 0,2 μm
 - В - 0,2 ... 0,5 μm
 - С - 0,5 ... 1,0 μm
 - D - 1,0 ... 2,0 μm
 - Е - 2,0 ... 4,0 μm
 - F - > 4,0 μm
- Метод изготовления:
 - S - традиционное прессование + спекание
 - U - U-FAST / SPS / FAST
 - Н - HIP / изостатическое уплотнение
 - С - альтернативные методы / инфильтрация / комбинированные
- Постобработка / модификация поверхности:
 - X - без обработки (как спечено)
 - Y - лазерная абляция / подготовка поверхности
 - Z - ионная имплантация / легирование
 - W - ударная / термообработка
 - V - градиентные переходные слои / переходная структура
- Покрытие (тип):
 - P1 - PVD TiN / TiAlN / подобные
 - P2 - PVD многослойные
 - P3 - CVD (Al_2O_3 , TiCN и др.)
 - P4 - DLC / аморфные / специальные покрытия
 - P5 - композиционные / градиентные / сложные покрытия
- Толщина покрытия (интервалы)
 - t1 - < 1 μm

- t2 - 1 ... 2 μm
- t3 - 2 ... 5 μm
- t4 - > 5 μm

Это будет способствовать более понятному представлению о свойствах изделия, его физико-технических характеристиках, модели поведения в условиях реального применения в качестве материала режущего инструмента.

В таблице указаны примеры маркировки твердого сплава для имеющихся режущих пластин.

Пример расширенной маркировки резцов из твердых сплавов

Марка сплава	Группа применения	Размер зерна	Метод изготовления	Пост-обработка	Покрытие	Толщина покрытия
BK6	P	C	S	X	P1	T3
BK8	P	D	S	X	P0	T1
T5K10	P / M	C	S	X	P1	T3
T14K8	P	D	S	X	–	–
TT8K6	P / M	C	S	X	P1	T3
TT20K9	P / M	D	S	X	P1	T3

В связи с активным развитием исследований, посвященных изучению свойств твердых сплавов как в процессе их эксплуатации, так и при резании металлов сменными многогранными пластинами, возникает необходимость в совершенствовании системы их идентификации. Современные работы, направленные на анализ структуры, фазового состава и поведения сплавов под нагрузкой, показывают, что характеристики материала (такие, как распределение внутренних напряжений, изменение твердости при нагреве или прочность на изгиб) существенно влияют на результаты обработки [10].

Предлагаемая унифицированная система маркировки позволит отразить ключевые физико-механические параметры твердых сплавов, включая особенности структуры, способ изготовления, вид постобработки и тип покрытия. Благодаря этому у технологов и инженеров появится возможность точнее подбирать оптимальные режимы резания, основываясь на конкретных свойствах материала, а не только на общих рекомендациях производителя. Это особенно актуально при разработке автоматизированных систем подбора режимов резания и в рамках концепции «цифрового производства».

Введение унифицированной маркировки также позволит снизить зависимость потребителей от конкретных производителей, обеспечивая взаимозаменяемость изделий и долговременную устойчивость снабжения. При исчезновении определенной марки с рынка технолог сможет подобрать аналог, ориентируясь на структурно-технологические характеристики, а не на коммерческое название.

Кроме того, единая система обозначений создаст предпосылки для накопления и анализа статистических данных о поведении твердых сплавов при различных условиях эксплуатации. Это позволит формировать базы данных, проводить сравнительный анализ, выявлять зависимости между составом, микроструктурой и эксплуатационными свойствами, а также совершенствовать технологические процессы изготовления сплавов.

В то же время реализация подобной системы маркировки сопряжена с определенными рисками для производителей твердосплавного инструмента. Основная проблема заключается в потенциальном раскрытии элементов коммерческой тайны, связанных с составом сплавов, технологией спекания или параметрами покрытий. Поэтому разработку новой редакции стандарта необходимо осуществлять во взаимодействии с промышленными предприятиями и научно-исследовательскими организациями, чтобы обеспечить баланс между требованиями открытости и сохранением интеллектуальной собственности. Такой подход позволит

минимизировать возможные риски для производителей, повысить доверие участников рынка и стимулировать их заинтересованность в стандартизации.

В перспективе внедрение единой маркировки может стать важным шагом к созданию национальной базы данных по отечественным и зарубежным сплавам, что будет способствовать развитию отрасли инструментальных материалов, укреплению позиций российских производителей на рынке и повышению уровня технологической независимости.

Список литературы

1. ГОСТ 3882–74. Сплавы твердые спеченные. Марки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294824/4294824365.pdf>.
2. Г.М. Зеер, Е.Г. Зеленкова, А. А. Шубин [и др.] Исследование диффузионного соединения твердого сплава ВК6 и стали 45 через порошковые слои Ni/Co // *Металлы*. – 2024. – № 6. – С. 57–66.
3. А.М. Бадамшин, В.С. Ковивчак, Д.А. Полонянкин, С. Н. Поворознюк. Модификация твердого сплава WC-Co при воздействии мощного ионного пучка наносекундной длительности // *Ползуновский вестник*. – 2024. – № 1. – С. 258–263. – DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.033.
4. Буравлева А.А., Коростелин Р.И., Буравлев И.Ю., Чуклинов С.В. Получение твердого сплава WC-10 мас.% Co методом искрового плазменного спекания механоактивированных порошков // *Вестник Югорского государственного университета*. – 2023. – Т. 19. – №2. – С. 53–60.
5. Anne V., Tobias P., Johannes P., Mathias H., Berend D., Alexander K., Alexander M Influence of Cemented Carbide Composition on Cutting Temperatures and Corresponding Hot Hardnesses // *Materials*. – 2020. – №13
6. Riad H., Said B., Abdelaziz L., Olivier D., Henri-Michel M. Investigation of the tribological behaviour of WC/TiC based cermets in contact with Al₂O₃ alumina under high temperature // *De Gruyter*. – 2018. – № 4.
7. Богодухов С. И., Козик Е. С., Свиденко Е.В. Влияние термической обработки на прочность и износостойкость сплава Т15К6 // *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*. – 2016. – №11
8. Mucha, K.; Augustyn-Nadzieja, J.; Szczotok, A.; Krauze, K. An Improved Procedure for the Quality Control of Sintered Carbide Tips for Mining Applications, Based on Quantitative Image Analysis of the Microstructure // *Materials*. – 2021. – №14
9. ГОСТ Р ИСО 513–2019. Материалы твердые режущие. Классификация и применение. Обозначение групп применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293726/4293726586.pdf>
10. Артамонов, Е. В. Повышение работоспособности сменных твердосплавных пластин путем снятия внутренних напряжений / Е. В. Артамонов, С. С. Чуйков // *Омский научный вестник*. – 2010. – № 2(90). – С. 42–44.

References

1. GOST 3882–74. Sintered hard alloys. Brands, Available at: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294824/4294824365.pdf> (accessed 15 September 2025).
2. G. M. Zeer, E. G. Zelenkova, A. A. Shubin [et al.] Issledovaniye diffuzionnogo soyedineniya tverdogo splava VK6 i stali 45 cherez poroshkovyye sloi Ni/Co, *Metally*, 2024, no. 6, pp. 57–66.
3. A. M. Badamshin, V. S. Kovivchak, D. A. Polonyankin, S. N. Povoroznyuk. Modifikatsiya tverdogo splava WC-Co pri vozdeystvii moshchnogo ionnogo puchka nanosekundnoy dlitel'nosti, *Polzunovsky Vestnik*, 2024, no. 1, pp. 258–263, DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.033.
4. Buravleva A. A., Korostelin R. I., Buravlev I. Yu., Chuklinov S. V. Polucheniye tverdogo splava WC–10 mas.% Co metodom iskrovogo plazmennogo spekaniya mekhanoaktivirovannykh poroshkov, *Vestnik Yugorskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2023, vol. 19, no. 2, pp. 53–60.
5. Anne V., Tobias P., Johannes P., Mathias H., Berend D., Alexander K., Alexander M. Influence of Cemented Carbide Composition on Cutting Temperatures and Corresponding Hot Hardnesses, *Materials*, 2020, no. 13.
6. Riad H., Said B., Abdelaziz L., Olivier D., Henri-Michel M. Investigation of the tribological behaviour of WC/TiC based cermets in contact with Al₂O₃ alumina under high temperature, *De Gruyter*, 2018, no. 4.
7. Bogodukhov S. I., Kozik E. S., Svidenko E. V. Vliyaniye termicheskoy obrabotki na prochnost' i iznosostoykost' splava T15K6, *Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov*, 2016, no. 11.
8. Mucha K., Augustyn-Nadzieja J., Szczotok A., Krauze K. An Improved Procedure for the Quality Control of Sintered Carbide Tips for Mining Applications, Based on Quantitative Image Analysis of the Microstructure, *Materials*, 2021, no. 14.
9. GOST R ISO 513–2019. Hard cutting materials. Classification and application. Designation of application groups, Available at: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293726/4293726586.pdf> (accessed 17 September 2025).
10. Artamonov E. V., Chuikov S. S. Povysheniye rabotosposobnosti smennykh tverdospлавnykh plastin putem snyatiya vnutrennikh napryazheniy, *Omskiy nauchnyy vestnik*, 2010, no. 2(90), pp. 42–44, Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19099215> (accessed 20 September 2025).