

ВЫБОР МАРКИ ТВЁРДОГО СПЛАВА ПО СТАНДАРТУ ISO КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Введение. В современной технической и учебной литературе выбор марки твёрдого сплава при обработке резанием металла в основном базируется на ГОСТ 3882-74, который определяет свойства твёрдого сплава по прочности и износостойкости, исходя из его химического состава [1]. Но так как современный уровень технологии производства твёрдых сплавов и нанесения износостойких покрытий значительно больше влияют на прочность и износостойкость твёрдого сплава, то классифицировать указанные марки твёрдого сплава исходя только из его химического состава не совсем правомерно. Производство твёрдых сплавов и других инструментальных материалов в настоящее время уже достигло такого уровня, когда технология производства материала и нанесения на него высокостойкого покрытия, практически и определяют стойкость и в значительно большей степени влияют на его режущие свойства, чем химический состав.

Данная статья может использоваться инженерно-техническими работниками заводов и НИИ, занимающихся проектированием режущего инструмента и разработкой техпроцессов обработки материалов, а также студентами ВУЗов при разработке курсовых и дипломных проектов.

Основная часть. Известно, что в машиностроительном производстве приходится обрабатывать материалы с разнообразными свойствами, которые определяют обрабатываемость этих материалов. Для того, чтобы правильно выбрать марку твёрдого сплава, надо знать вид и форму срезаемой стружки, которые зависят от химического состава, структурного состояния и механических свойств обрабатываемого металла, толщины срезаемого слоя, значения переднего угла инструмента, скорости резания и прочих менее влияющих факторов. И. А. Тиме разделил все виды стружки по внешнему виду на три основных типа [2]. *К первой группе P* относятся материалы, которые образуют сливную стружку при резании (рисунок 1, б). Она получается при резании пластических материалов с большими скоростями резания, с большими передними углами и при срезании металла средних и малых толщин. К материалам образующим такую стружку относятся нелегированные и легированные стали, в том числе стальное литьё. *Ко второй группе M* относятся материалы, которые образуют стружку скалывания (рисунок 1, а), состоящую из пластически деформированных и взаимно сдвинутых элементов достаточно плотно соединённых по плоскостям скалывания. Стружки скалывания образуются при обработке сталей пониженной пластичности и при больших толщинах срезаемого слоя. Образование стружки скалывания происходит также при средних значениях, используемых в производственных условиях передних углов и скоростей резания. К материалам, образующим стружку скалывания, в основном относятся аустенитные, ферритные, мартенситные, аустенитно-ферритные нержавеющие стали в виде отливок и аустенитные, ферритные, мартенситные нержавеющие стали в виде поковок или прутков. *К третьей группе* относятся хрупкие материалы, которые при обработке образуют стружку надлома (рисунок 1, в), т. е. элементную стружку. Третья группа по классификации [4] подразделяется на 4 подгруппы: *K* — чугуны; *N* — цветные металлы; *S* — жаропрочные и титановые сплавы; *H* — материалы высокой твёрдости.

Указанная классификация была произведена Международной организацией по стандартизации ISO. Каждой группе присвоен свой определённый цвет: *P* — синий; *M* — жёлтый; *K* — красный; *N* — зелёный; *S* — бежевый; *H* — серый. Группы материалов *P*, *M*, *K*, *N*, *S*, отличаются между собой не только по условиям образования определённого вида стружки, но и по усилиям резания. Наибольшие усилия резания с максимальным колебанием их возникают при обработке материалов группы *M*. Наименьшие колебания усилий резания возникают при обработке материалов групп *K* и *N*. Материалы группы *P* занимают промежуточное положение по величине и колебаниям усилий резания.

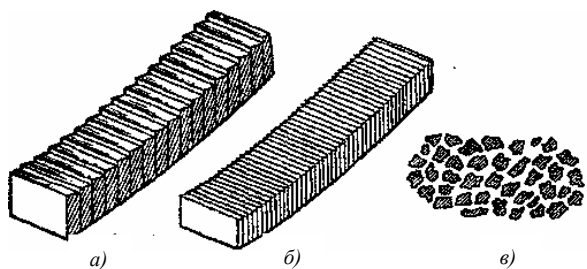


Рисунок 1 — Классификация стружки по И. А. Тиме

а — стружка скалывания; б — стружка сливная; в — стружка надлома

В настоящее время при выборе марки твёрдого сплава для определённых условий обработки нельзя руководствоваться только химическим составом твёрдого сплава, который определял его износостойкость и прочностные свойства (ГОСТ 3882-74). Особенности современной технологии производства твёрдых сплавов, а также применение износостойких покрытий ($TiN + Al_2O_3 + TiC$, TiN и др.) в большей степени влияет на износостойкость и прочность твёрдых сплавов, чем химический состав. По стандарту ISO используются буквенные обозначения каждого вида инструментального материала. *Твёрдые сплавы*: *HW* — твёрдые сплавы без покрытия, содержащие в основном карбид вольфрама (WC); *HT* — безвольфрамовые твёрдые сплавы без покрытия (керметы), содержащие в основном карбиды (TiC) или нитриды (TiN) титана или те и другие вместе; *HC* — вышеперечисленные твёрдые сплавы, но с покрытием. *Минераллокерамика*: *CA* — окисная минераллокерамика (керамика), состоящая из окиси алюминия (Al_2O_3); *CM* — смешанная керамика на основе окиси алюминия (Al_2O_3), но содержащая также другие элементы; *CN* — нитридная керамика, содержащая в основном нитрид кремния (Si_3N_4); *CC* — вышеперечисленные керамические материалы, но с покрытием. *Сверхтвёрдые материалы*: *DP* — поликристаллический искусственный алмаз; *BN* — поликристаллический нитрид бора.

Фирма-производитель для каждой марки твёрдого сплава указывает своё фирменное обозначение. Кроме того, на самих пластинках твёрдого сплава и фирменной упаковке указывается для какой группы металлов он предназначен. При этом группы делятся на подгруппы, которые обозначаются двумя цифрами: 0, 10, 20, 30 и т. д. Меньшие цифры соответствуют обработке с меньшими усилиями: 01 — отделочная обработка с малыми подачами, небольшой глубиной резания и высокими скоростями резания; 50 — черновая обработка с большими, а также прерывистым резанием.

На рисунке 2 приведена таблица с указанием марки твёрдых сплавов с обозначением по стандарту ISO для расточки и точения фирмы «SANDVIK Coromant» с указанием групп материалов, для которых они предназначены, а также областей применения. Таблица разделена на 6 групп материалов: *P* — сталь, в том числе и стальное литьё; *M* — нержавеющая сталь; *K* — чугун; *N* — цветные металлы; *S* — жаропрочные и титановые сплавы; *H* — материалы высокой твёрдости. Группы делятся на подгруппы, которые обозначаются двумя цифрами: 0, 10, 20, 30 и т. д. Меньшие цифры соответствуют обработке с меньшими усилиями: 01 — отделочная обработка с малыми подачами, небольшой глубиной резания и высокими скоростями резания (такой сплав обладает высокой износостойкостью, но малой прочностью); 50 — черновая обработка с большими подачами и глубиной резания, а также прерывистым резанием. Сплав обладает большой прочностью, но малой износостойкостью, поэтому может работать на относительно малых скоростях резания, но при больших подачах и глубине резания.

Примеры обозначения и расшифровка твёрдых сплавов согласно маркировки фирмы «SANDVIK Coromant», «САНДВИК-МКТС» и по ISO (рисунок 2, 3):

1. *GC4015 (HC) — P15 (P01...P30)*. Твёрдый сплав для чистовой и получистовой расточки и точения стали и стального литья на высоких скоростях резания.

1.1. Обозначение сплава (*GC4015*) согласно маркировки фирмы «SANDVIK Coromant»; *P15 (P01...P30)* — обозначение марки твёрдого сплава по стандарту ISO.

Группа	Подгруппа	ISO	SANDVIK Coromant	
			ISO	Свойства
P	Сталь	01	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		10	GC 1525, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		20	GC 1525, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		30	GC 1525, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		40	GC 1525, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
M	Нержавеющая сталь	01	GC 1525, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		10	GC 1525, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		20	GC 1525, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		30	GC 1525, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		40	GC 1525, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
K	Чугун	01	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		10	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		20	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		30	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		40	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
N	Цветные металлы	01	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		10	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		20	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		30	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		40	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
S	Жаропрочные и титановые сплавы	01	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		10	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		20	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		30	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		40	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
H	Материалы высокой твёрдости	01	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		10	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		20	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		30	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность
		40	CB 8005, CT 5015, GC 1525, GC 4225, GC 4015, GC 4025, GC 1025, GC 2015, GC 2025, GC 235	Высокая износостойкость, высокая прочность

Рисунок 2 — Марки твёрдых сплавов фирмы «SANDVIK Coromant»

Коды		САНДВИК-МКТС 2000		САНДВИК-МКТС		ГОСТ 3882-74
ISO	ANSI	с покрытием	без покрытия	с покрытием	без покрытия	без покрытия
P	01 C8		PT10		MP1	T30K4
	10 C7	CT15		MA1	MT1	T15K6
	20 C6	CT25		MA2	MT2	T14K8
	30 C6	CT35				T5K10
	40 C5	CU45	PT40		MP4	T5K12
M	10					TT7K12
	20	CT25	TK15*	MA1	MT1	MP1
	30	CT35	TK20	MA2	MT2	MP4
	40	CU45	PT40			MP4
K	01 C4					TK15*
	10 C3	CK15*	TK10	MA3	MA2	MA2
	20 C2	CK20*	TK20			MA2
	30 C1		TK15*			MA2

Рисунок 3 — Сравнительные данные по маркам твёрдых сплавов, области применения твёрдых сплавов при точении различных материалов

1.2. *HC* — сплав с износостойким покрытием.

1.3. *P01...P030* — область применения твёрдого сплава.

Согласно рисунку 3 сплав *GC4015* (*CT15* по маркировке фирмы «САНДВИК – МКТС») может производить обработку, как на чистовых режимах, так и на лёгких черновых режимах, заменяя в некоторых случаях сплав *T5K10* для черновой обработки по ГОСТ 3882-74.

2. *H13A* (*HW*) — *K20* (*K10...K30*). Твёрдый сплав для точения и расточки чугуна на низких скоростях резания.

2.1. Обозначение сплава (*H13A*) согласно маркировки фирмы «SANDVIK Coromant»; *K20* (*K10...K30*) — обозначение марки твёрдого сплава по стандарту ISO.

2.2. *HW* — сплав без износостойкого покрытия.

2.3. *K10...K30* — область применения твёрдого сплава — получистовая и черновая обработка.

Все другие фирмы-производители также, кроме своей фирменной марки твёрдого сплава, указывают группу материала (*P*, *M*, *K*, *N*, *S*, *H*), для обработки которой предназначен твёрдый сплав с указанием области применения.

На рисунке 3 приведены также сравнительные данные по свойствам твёрдых сплавов фирмы «САНДВИК-МКТС» и изготовленных по ГОСТ 3882-74. Например, сплав *CT1* — *P15* (область применения сплава *P01...P30*) имеет аналог по ГОСТ 3882-74 сплав *T30K4* (область применения сплава *P01...P05*). Из областей применения указанных твёрдых сплавов видно, что сплав *CT15* может применяться вместо твёрдого сплава *T5K10* (область применения сплава *P25...P35*) на лёгких черновых работах. Таким образом, сплав *CT15*, обладающий большей скоростью резания, чем сплав *T30K4* по ГОСТ 3882-74 [1; 4], и благодаря своей универсальности (может использоваться при черновых обработках) экономически более целесообразен в применении по сравнению со сплавом *T30K4*.

Выбирая для обработки различных материалов при определённых условиях марки твёрдых сплавов по классификации ISO и сравнивая режущие свойства их аналогов по ГОСТ 3882-74 можно сделать вывод, что значительный экономический эффект получается вследствие более повышенных скоростей резания [1; 3; 4] и их универсальности. Так, например, твёрдый сплав *GC4015* (рисунок 2) по классификации фирмы «SANDVIK Coromant» или аналогичный сплав *CT15* (рисунок 3) по классификации фирмы «САНДВИК-МКТС» могут работать как условиях чистовой обработки, так и в условиях некоторой области черновой обработки.

Использование сменных многогранных пластин из твёрдого сплава при точении по классификации ISO позволяет значительно повысить производительность труда. Например, твёрдый сплав *T30K4* по ГОСТ 3882-74 допускает скорость резания $V = 120 \text{ м/мин}$ при $S = 0,1 \text{ мм/об}$ и $t = 0,5 \text{ мм}$ [1] (чистовая обработка «сырых» сталей). Его аналог *GC4015* (*HC*) — *P15* (*P01...P30*) при тех же условиях может использоваться при $V = 460 \text{ м/мин}$ [3]. Таким образом производительность труда увеличивается

в 3,8 раза, что даёт значительный экономический эффект. Дополнительный экономический эффект можно получить в связи с универсальностью сплава *GC4015(HC) — P15(P01...P30)*, так как его можно использовать на лёгких черновых работах.

Заключение. Таким образом, в настоящее время целесообразным является использование классификации ISO для выбора экономичных режимов резания с использованием системы сменных многоранних пластин из твёрдого сплава.

Список цитируемых источников

1. Барановский, Ю. В. Режимы резания металлов : справ. / Ю. В. Барановский. — М. : Машиностроение, 1995. — 406 с.
 2. Грановский, Г. И. Резание металлов : учеб. для машиностр. и приборостр. спец. вузов / Г. И. Грановский, В. Г. Грановский. — М. : Высш. шк., 1985. — 304 с. : ил.
 3. Основной каталог 2011. SANDVIKCoromant.
 4. Каталоги. Точение. Фрезерование. САНДВИК МКТС 2010 — 2011.
 5. Выбор инструментального материала [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.struzhka.ru. — № 01. — С. 20—22.
- Материал поступил в редакцию 25.02.2015 г.

УДК 621.9.02

Д. В. Григорчик, А. Н. Зарожная, А. И. Троцкий

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ ПРИ РАБОТЕ ОДНОМЕРНЫМ И КОМБИНИРОВАННЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Введение. Вопросы оптимизации обработки деталей в течение длительного периода времени привлекают внимание исследователей и производителей. Но основная масса исследований точности и оптимизации условий обработки проводилась для наружных поверхностей.

Вместе с тем, обработка отверстий занимает не менее важное место в машиностроении и по объёму не уступает процессам обработки наружных поверхностей. Кроме того, обработка точных отверстий относится к числу наиболее трудоёмких процессов, является более сложной, чем обработка наружных поверхностей, что обусловлено более тяжёлыми условиями протекания процесса, меньшей жёсткостью режущих инструментов. При обработке отверстий необходимо обеспечивать не только точность размера и формы, но также точность положения оси обрабатываемого отверстия относительно наружной поверхности.

Цель данной работы вытекает из её названия — дать предложение по повышению точности обработки отверстий при работе одномерным и комбинированным инструментом.

Основная часть. Обработку отверстий можно выполнять различными способами. Но чаще всего её выполняют с помощью мерных инструментов, так как этот способ обладает высокой производительностью, невысокими требованиями к точности станков — точность обработанных отверстий в основном зависит от точности применяемой оснастки, нет необходимости в высококвалифицированных рабочих.

По способу взаимодействия обрабатываемой заготовкой мерные инструменты делятся на: режущие, режуще-деформирующие, деформирующие.

Основным отличием в этом разделении является то, что обработка отверстий режущими инструментами происходит со стружкообразованием, а деформирующих — без снятия стружки.

По способу базирования мерные инструменты делят на инструменты:

- с определённой базированием;
- без определённости базирования.

Рассмотрим далее более подробно некоторые виды мерных инструментов:

1) свёрла являются основным инструментом для образования глухих и сквозных отверстий в сплошном металле и для расширения предварительно просверленных отверстий.

2) зенкеры применяют при зенкерении, когда выполняется обработка глухих и сквозных отверстий, которые получены сверлением, литьём или ковкой (штамповкой).

3) развёртки применяют для окончательной обработки отверстий с целью получения повышенной чистоты и точности.

Основные параметры точности отверстий, обрабатываемых осевыми инструментами.

Точность обработки определяется такими параметрами как отклонением размера отверстий, отклонением формы отверстий, отклонением расположения осей (поверхностей отверстий), шероховатостью поверхности отверстий.

Размер удобнее выражать не в абсолютной форме, а с помощью отклонения его от номинального размера. Отклонение размера отверстий — алгебраическая разность между размером действительным и номинальным. Отклонения могут быть положительными (если размер больше номинального) и отрицательными (если размер меньше номинального).