

**УДК 621.9.025.523**

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЫНКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ**

Черкашин С. О., студент гр. МСб–161, III курс

Видин Д. В., ст. преп.каф. «МСиИ»

Лашинина С. В., ст. преп.каф. «МСиИ»

Научный руководитель: Короткова Л.П., к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

**Введение.** Современное состояние рынка режущего инструмента является проблемой стратегического значения и одной из важнейших составляющих современного машиностроительного производства. Затраты на инструмент это существенная статья расходов в себестоимости машиностроительной продукции. Качество инструмента напрямую влияет на производительность, и таким образом, является одной из важнейших составляющих конкурентоспособности современных предприятий.

Современный мировой инструментальный рынок постоянно развивается. Одним из направлений развития инструмента является совершенствование инструментальных материалов и технологий их изготовления. Можно выделить следующие основные тенденции в развитии материалов для инструментального производства:

- > узкая специализация материалов по назначению;
- > разработка новых групп инструментальных сталей и сплавов для высокопроизводительной обработки;
- > разработка и внедрение порошковых сталей и твердых сплавов;
- > использование современных методов нанесения покрытий на готовый инструмент.

Следует отметить, что, несмотря на многообразие инструментальных материалов, способов их производства и упрочнения, быстрорежущие стали по-прежнему остаются одним из основных инструментальных материалов. Это объясняется хорошим или удовлетворительным сочетанием основных и технологических свойств. По основным свойствам быстрорежущие стали занимают промежуточное положение между нетеплостойкими легированными инструментальными сталями и твердыми сплавами. Быстрорежущие стали могут работать в более тяжелых условиях резания по сравнению с нетеплостойкими сталями, т. к. у них разогрев режущих кромок инструмента может достигать 600÷650 °С, к тому они имеют преимущества в технологических свойствах по сравнению с твердыми сплавами. Последнее позволяет изготавливать из них разнообразный металлорежущий инструмент сложной конструкции и большой номенклатуры. Быстрорежущие стали являются универсальным материалом для металлорежущих инструментов, например, для резцов, сверл, метчиков, разверток, фрез, протяжек и других (табл.1).

Быстрорежущие стали отечественного производства (ГОСТ 19265) по свойствам подразделяют на две основные группы [1]:

- стали умеренной теплостойкости для режущего инструмента нормальной производительности для обработки углеродистых и низколегированных сталей перлитного класса (Р6М5, Р6М3, Р8М3, Р18, Р12, Р9);
- стали повышенной теплостойкости для режущего инструмента повышенной производительности (с повышенным содержанием кобальта – Р6М5К5, Р9К5, Р9М4К8, Р2М9К5, Р8М8К6С; с повышенным содержанием ванадия).

#### **Результаты исследований.**

В настоящей работе проведен анализ состояния инструментального рынка в России. Он показал, что из 24 инструментальных заводов в России производством металлорежущего инструмента из быстрорежущих сталей занимается четыре крупных предприятия: ОАО «Киржачский инструментальный завод», «Серпуховский инструментальный завод ТВИНТОС», «Свердловский инструментальный завод», «Томский инструментальный завод». В производстве отечественного инструмента используются преимущественно быстрорежущие стали умеренной теплостойкости марок Р6М5, Р18 и реж – сталь повышенной теплостойкости Р6М5К5 [2–5].

Учитывая высокую стоимость импортного инструмента, некоторые машиностроительные предприятия сами производят инструмент для своих нужд [6–8]. В данной работе проанализировано состояние производства режущего инструмента из быстрорежущей стали на предприятиях Кузбасса. Следует отметить, что такую задачу могут решать только несколько машиностроительных предприятий, располагающих соответствующей технологической базой [6].

Как показали анализ, производимый металлообрабатывающий инструмент из быстрорежущих сталей не всегда соответствует требованиям стандарта в силу объективных причин:

- отсутствие комплексного контроля качества сталей в состоянии поставки и после упрочняющей термической обработки (по ГОСТ 19265);
- низкое качество термической обработки инструмента.

В России имеется опыт производства инструмента из порошковых быстрорежущих сталей импортного производства, например, на «СИЗе» [4, 7, 8].

Что касается использования режущего инструмента из быстрорежущих сталей импортного производства, то анализ показывает, что в последнее время увеличился список зарубежных предприятий, торгующих на Российском рынке металлообрабатывающим инструментом. К ним относятся: MEGATEC (Германия); SAU (Италия); Mircona (Швеция); Simnek (Германия); Tanoi (Япония); PINZBOHR (Испания); INOVATOOLS (Германия); JR-TOOLS (Финляндия); HAIMER GmbH (Германия); Johs.Boss GmbH & Co. KG (Германия); PIBOMULTI S.A. (Швейцария); ACROW (Тайвань); ESA EPPINGER (Германия); FAHRION (Германия) [9–22]. В целом в России увеличилось количество фирм, которые занимаются реализацией импортного инструмента [23–25].

Таблица 1

### Основные и технологические свойства быстрорежущих сталей

Марка стали	Основные свойства после упрочняющей термообработки							Технологические свойства	
	Твердость после отжига HB, не более	Температура закалки, °C	Температура отпуска, °C	Твердость HRC, не менее	Теплостойкость HRC 59 при отпуске 4 ч, °C	Прочность $\sigma_b$ , МПа	Ударная вязкость KCU, МДж/м <sup>2</sup>	Вязкость	Шлифуемость
P2AM9K5	285	1190÷1220	550÷560	64	630	1600÷1900	0,20÷0,22	Хорошая	Пониженная
P6M3	255	1200÷1230	540÷560	62	620	3200÷3600	0,50	Хорошая	Пониженная
P6M5	255	1200÷1230	540÷560	63	620	3200÷3600	0,38÷0,40	Пониженная	Хорошая
P6M5Ф3	269	1200÷1240	540÷560	64	630	2700÷3100	0,20÷0,25	Хорошая	Хорошая
P6M5K5	269	1210÷1240	550÷570	64	630	2600÷2900	0,24÷0,28	Хорошая	Хорошая
P9	255	1230÷1260	560	62	620	2800÷3100	0,30÷0,35	Удовлетворительная	Пониженная
P9K5	260	1220÷1250	550÷570	63	630	2300÷2700	0,22÷0,30	Пониженная	Пониженная
P9M4K8	285	1210÷1240	550÷560	64	630	2300÷2500	0,18÷0,20	Пониженная	Пониженная
P12	255	1230÷1250	550÷570	63	620	2600÷3500	0,30	Хорошая	Хорошая
P12Ф3	269	1230÷1270	550÷570	63	630	2500÷2900	0,25÷0,28	Хорошая	Пониженная
P18	255	1270÷1290	560	62	630	2700÷3000	0,28÷0,30	Хорошая	Пониженная

Таблица 2

### Химический состав порошковых быстрорежущих сталей фирмы «ERASTEEL» и их твердость в состоянии поставки

Обозначение ERASTEEL	Российские марки-аналоги	Массовая доля элемента, %						Твердость при поставке HB	
		Углерод	Вольфрам	Молибден	Ванадий	Хром	Кобальт	Мягко-отожженная	Холоднокатаная или штампованная
ASP 2005	15P3M3Ф4-МП	1,50	2,50	2,50	4,00	4,00	—	260	310
ASP 2015	15P12K5Ф5-МП	1,55	12,00	—	5,00	4,00	5,00	280	—
ASP 2017	P3M3K8-МП	0,80	3,00	3,00	1,00	4,00	8,00	260	320
2023	P6M5Ф3-МП	1,28	6,40	5,00	3,10	4,20	—	260	320
ASP 2030	P6M5Ф3K8-МП	1,28	6,40	5,00	3,10	4,20	8,50	300	320
ASP 2052	16P11M2K8Ф3-МП	1,60	10,50	2,00	5,00	4,80	8,00	300	320
ASP 2053	25P4M3Ф8-МП	2,45	4,20	3,10	7,90	4,20	—	300	340
ASP 2060	P6M7Ф6K10-МП	2,30	6,50	7,00	6,50	4,20	10,50	300	—

Таблица 3

Основные свойства отечественных порошковых быстрорежущих сталей,  
изготовленных из распыленных порошков

Марка стали	Твердость после отжига HB, не более	Свойства после упрочняющей термической обработки, не менее			Условия поставки
		Твердость HRC <sub>Э</sub>	Прочность $\sigma_{изг}$ , МПа	Теплостойкость, °C (не менее 58 HRC <sub>Э</sub> )	
P6M5Ф3–МП	269	66÷ 67	3500÷ 4400	630	ГОСТ 28393–89
P7M2Ф6–МП	269	66÷ 67,5	3500÷ 4200	625	ГОСТ 28393–89
P12MФ5–МП	285	66÷ 67,5	3000÷ 4000	630	ГОСТ 28393–89
P6M5K5–МП	269	66÷ 67,5	3000÷ 3800	630	ГОСТ 28393–89
P9M4K8–МП	285	66÷ 67,5	3000÷ 3700	635	ГОСТ 28393–89
P12M3K5Ф2–МП	285	66÷ 68	2600÷ 3500	635	ГОСТ 28393–89
P6M5K3–МП	269	67÷ 68	3200÷ 3900	630	ТУ 14-1-3647–83
P12M3K8Ф2–МП	285	67÷ 69	2700÷ 3200	640	ТУ 14-1-3647–83
10P6M5–МП	255	64÷ 67	–	635	ТУ 14-127-196–62
13P6M5Ф3–МП (ТСП–26)	285	67÷ 68	3500÷ 4400	–	ТУ А-7845-243–70
15P10Ф3K8M6–МП (ТСП–24)	285	68÷69	4150÷ 4430	–	ТУ 14-131-530–82
22P10Ф6K8M3–МП (ТСП–25)	285	68÷70	3800÷ 4100	–	–
P12M3K10Ф3–МП	285	66,5÷6 8	2400÷ 3500	640	–
P8M5K8Ф2 – МП	260	67÷ 68	2800÷ 3400	635	–

Зарубежные фирмы-производители предлагают широкий ассортимент порошковых быстрорежущих сталей. Особенно преуспевает в этом направлении французская фирма «ERASTEEL» – один из крупнейших в мире производитель быстрорежущих сталей [26] . Для отечественного производителя этой фирмой предлагается до 30 марок быстрорежущих сталей (табл. 2), причем примерно 20 из них являются аналогами отечественных марок быстрорежущих сталей по ГОСТ 19265. При этом актуальность производства и внедрения быстрорежущих сталей повышенной теплостойкости, особенно порошковых инструментальных сталей, возрастает в связи с использованием

высокопроизводительного станочного оборудования с программным числовым управлением.

Активно работает на отечественном рынке немецкий концерн «Sandvik» совместно с фирмами «Sandvik Coromant» и «Seco Tools» [27, 28]. Данные фирмы уже длительное время сохраняют лидирующие позиции в мировом выпуске режущих инструментов (табл.2). Немецкая фирма «BOHLER», кроме быстрорежущих порошковых сталей, производит в порошковом исполнении штамповую сталь холодного деформирования K190 ISOMATRIK [29].

Анализ химического состава (табл. 2) показывает, что порошковые быстрорежущие стали это высоколегированные стали, близкие по составу к стандартным быстрорежущим сталям (табл. 1), но содержащие повышенное количество углерода, карбидообразующих элементов, особенно ванадия, а также кобальт. По традиционной технологии многие марки порошковых сталей изготовить практически невозможно, т.к. они не куется и не шлифуются. Применение порошковой технологии изготовления быстрорежущих сталей позволяет значительно улучшить основные и технологические свойства сталей, открывает перспективу для разработки новых марок высокопроизводительных быстрорежущих сталей. Стойкость инструмента из порошковых быстрорежущих сталей возрастает в несколько раз [30, 31].

Россия располагает научным и практическим опытом в области порошковых быстрорежущих сталей. Разработан стандарт на порошковые быстрорежущие стали (ГОСТ 28393-89), в котором сформулированы технические требования к ним (см. табл. 2). Но, к сожалению, в настоящее время в России не налажено производство порошков из быстрорежущих сталей. Существуют отдельно предприятия, производящие порошки сплавов методом газоструйного распыления, в том числе из быстрорежущих сталей (например, завод порошковой металлургии – АО «ПОЛЕМА») [32], и отдельно – предприятия, обладающие технологиями изостатического прессования и экструзии [25, 33-35].

Отсутствие недорогого лезвийного инструмента из быстрорежущих сталей отечественного производства и дороговизна импортного инструмента, приводят к тому, что машиностроительные предприятия пытаются частично решить эту проблему собственными силами. Но этого недостаточно. В этом плане целесообразно содействовать развитию и модернизации отечественных специализированных инструментальных заводов.

**Заключение.** Анализ состояния рынка быстрорежущих сталей и инструмента из него, показывает, что на фоне развивающегося мирового инструментального производства, на отечественном инструментальном рынке остались и продолжают усиливаться отрицательные тенденции. Продолжается сокращение номенклатуры марок отечественных сталей, снижение качества сталей, удорожание и дефицит быстрорежущих сталей с повышенной производительностью (теплостойкостью), почти полное прекращение производства порошковых инструментальных сталей. На внутреннем рынке сложилась такая ситуация, что выгоднее инструмент покупать за рубежом, чем его производить. В результате происходит вытеснение с рынка отечественных

инструментов, замена их импортными. Развивается направление посредничества между заказчиком стали и фирмами, поставляющими ту или иную сталь.

### **Выводы:**

На рынке режущего инструмента из быстрорежущих в России присутствуют такие негативные тенденции, как:

- постоянное вытеснение отечественного инструмента более дорогостоящим импортным;
- снижение качества металла и инструмента, изготавливаемого на отечественных предприятиях;
- уменьшение ассортимента отечественного инструмента как по номенклатуре, так и по маркам материалов;
- значительный рост цен на инструмент, в том числе и на отечественный.

### **Список литературы:**

1. Геллер, Ю. А. Инструментальные стали. – М.: Металлургия, 1983. –526 с.
2. ОАО «Киржачский инструментальный завод» / <http://oaokiz.ru>
3. «Серпуховский инструментальный завод ТВИНТОС» / <https://tvintos.ru>
4. «Свердловский инструментальный завод» / <http://siz66.ru>
5. «Томский Инструментальный завод» / [http://www.tiz.ru/r\\_main5ff6.html?iName=1](http://www.tiz.ru/r_main5ff6.html?iName=1)
6. Короткова Л. П., Фролова О.В., Кемерова С.А.. Разработка мероприятий по повышению качества металлорежущих инструментов из быстрорежущей стали Р6М5 при их производстве // Сборник трудов IV Международный научно-практической конференции “Перспективы инновационного развития угольных регионов России”, 2018. - С.318-323 КузГТУ
7. Гришов В.Л., Тополянский П.А.. Металлорежущий инструмент из порошковой стали с дисперсной структурой и алмазоподобным нанопокрытием // Металлообработка. №1 (49) 2009. С.43-49.
8. Савилов А.В., Никулин Д.С., Николаева Е. П., Родыгина А.Е.. Современное состояние производства высокопроизводительного режущего инструмента из порошковой быстрорежущей сталей и твердых сплавов // ВЕСТНИК ИрГТУ №6 (77) 2013. С.26-33.
9. MEGA-TEC / <http://www.megatools.ru/mega-tec.html>
10. SAU / <http://www.megatools.ru/sautool.html>
11. Mircona / <http://www.megatools.ru/mircona.html>
12. Simnek / <http://www.megatools.ru/simtek.html>
13. Tanoi / <http://www.megatools.ru/tanoi.html>
14. PINZBOHR / <http://www.megatools.ru/pinzbohr.html>
15. INOVATOOLS / <http://www.megatools.ru/inovatools.html>
16. JR-TOOLS / <http://www.megatools.ru/jr-tools.html>
17. HAIMER GmbH / <http://www.megatools.ru/haimer.html>
18. Johs.Boss GmbH & Co. KG / <http://www.megatools.ru/jbo.html>

19. PIBOMULTI S.A. / <http://www.megatools.ru/pibomulti.html>
20. ACROW / <http://www.megatools.ru/acrow.html>
21. ESA EPPINGER / <http://www.megatools.ru/eppinger.html>
22. FAHRION / <http://www.megatools.ru/fahrion.html>
23. ИнКор / <http://inkor58.ru>
24. МегаИнструмент / <http://www.mi-spb.ru>
25. ПЛАЗМАЦЕНТР / <http://www.plasmacentre.ru/produkcziya/instrument-iz-poroshkovoj-byistrorezhushhej-stali/>
26. ERASTEEL / <http://www.erasteel.com/ru>
27. Sandvik Coromant / <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/pages/default.aspx>
28. Seco Tools / <https://www.secotools.com/>
29. BOHLER / <http://www.bohler.de/en/>
30. Короткова Л.П. Инструментальные материалы: учеб. пособие / ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2006. – 179 с.
31. Короткова Л.П., Шатько Д.Б. Контроль качества инструментальных материалов: учеб. пособие / Л.П. Короткова, Д.Б. Шатько; КузГТУ – Кемерово, 2010. – 164 с.
32. АО “ПОЛЕМА” - <http://www.polema.net>
33. ИНСталь / <http://instalekb.ru>
34. УралСпецМет / <http://www.uralspecmet.ru>
35. Инструментальные Стали / <https://инструментальные-стали.рф/about>