РОССИЙСКИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ И АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Одним из трендов развития машиностроения является развивающаяся и поглощающая остальные виды механической обработки операция шлифования. Увеличение числа разработчиков и изготовителей шлифовального оборудования и инструмента, создание условий их эффективной работы, а также совершенствование производства являются необходимыми условиями технологического суверенитета и экономического лидерства стран.

В.К. Ермолаев,
к.т.н., технический эксперт
ООО «Шлифовальные станки»,
vad1605@yandex.ru

Совершенствование технологий машиностроения и, как следствие, уменьшение выходных погрешностей операций, повышение автоматизации, появление Индустрии 4.0 и развитие аддитивного производства способствуют расширению применения финишных методов обработки, в частности, шлифования. Растёт доля выпуска и использования шлифовальных станков в общем парке металлорежущего оборудования лидеров мировой экономики.

Так, в США уже в 1989 г. доля шлифовальных и полировальных станков от общего количества произведённых металлорежущих станков составила 58,1% [1], в СССР в 1987 г. эта доля была 13,9% [2]. Четырёхкратное превышение процента выпущенных шлифовальных станков в США говорит о преобладании потребности финишных операций в производственном цикле обработки деталей в сравнении с отечественными технологиями. В настоящее время доля отделочных операций продолжает расти, так, Китай, в 2015 г. вышедший в лидеры по производству металлорежущих станков, производил шлифовальных и полировальных станков в объёме 74 % [3], а Россия в 2017 г. выпустила станков этой группы 7,1 % от общего количества [4]. Если продажа шлифовальных станков в КНР занимала самую большую долю рынка, то индийский рынок шлифовального оборудования был самым быстрорастущим рынком в Азиатско-Тихоокеанском регионе [5].

Приведённые цифры показывают, что шлифовальные станки являются самым востребованным сегментом рынка металлообрабатывающего оборудования промышленно развитых стран.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ

По мнению председателя совета ТПП РФ по финансово-промышленной и инвестиционной политике Владимира Гамзы, в России сегодня производится около **20 тысяч станков**, что составляет лишь 0,02 % ВВП РФ и **0,1 % объёма выпуска станков в мире** [6].

Однако с учётом данных Национального исследовательского университета Высшей школы экономики [4], которые касаются учёта производства основных групп продукции станкостроения: машин кузнечно-прессовых, станков металлорежущих и станков деревообрабатывающих, надо полагать, что приведённая выше оценка объёма **0,1 %** относится к общей группе продукции станкостроения. Данное утверждение подтверждается и работой [7].

Однозначно, что при таком объёме выпуска металлорежущих станков прежде всего для машиностроения нам не удастся добиться технологического суверенитета.

По данным Росстата [8, с. 66], в категории «Станки металлорежущие» в 2022 г. было произведено **7221 шт.**, хотя президент ассоциации «Станкоинструмент» Георгий Самодуров считает, что объём выпуска металлорежущих станков в 2022 году в РФ составил **1 298 шт.** [9].

На основании анализа интернет-ресурсов: WikiProm [10], сайтов отечественных предприятий, проектирующих и выпускающих **шлифовальные станки**, участия в мероприятиях ассоциации «Станкоинструмент» и в выставках «Металлобработка» в течение последних трёх лет была сформирована **таблица** 1, в которую вошли только российские предприятия, изготавливающие станки этой группы.

Собранные в **таблице 1** сведения позволяют полагать, что российские станкостроительные предприятия, производящие шлифовальные станки, — это в подавляющем большинстве случаев малые или микропредприятия. Отличия между малым и микропредприятием по численности и доходу.

В малом предприятии среднесписочная численность работников и годовой доход не должны превышать 100 человек и 800 млн рублей, а микропредприятие, являясь разновидностью малого, имеет численность и доход не более 15 человек и 120 миллионов рублей соответственно [11, 12].

Малые предприятия могут использовать упрощённую систему налогообложения, однако при этом действуют лимиты по численности сотрудников и уровню доходов. В отношении микропредприятий эти лимиты не действуют [11, 12], если:

- стоимость его основных средств не превышает 150 млн рублей,
- у него нет филиалов,
- другие компании участвуют в его уставном капитале в доле, не превышающей 25 %.

Конечно, микропредприятия не могут изготавливать станки, как правило, они выполняют инжиниринговые функции, являясь держателями технической документации и

Таблица 1

№ п/п	Предприятие	Номенклатура оборудования для шлифования, особенности	Размеры обрабатываемых деталей, мм	Примечание, доп. услуги
1	Владимирский станкостроительный завод. С 1935 г. ООО ВСЗ «Техника». Малое предприятие.	Многокоординатные прецизионные станки классов точности «А» и «С».		Специальное оборудование, фрезерные и токарные станки
		Круглошлифовальные станки	$D_{шл.}$ 1…500; $L_{шл.} \le 1600$	
		Внутришлифовальные станки	($d_{отв.}$ x $L_{шл.}$) наиб.: 50…200 × 50…240	
		Резьбошлифовальный станок	Нар.: $D_{наиб.} \le 100$; $L_{шл.\ наиб.} \le 300$ Внутри: $D_{наиб.} \le 50$; $L_{шл.\ наиб.} \le 50$	
2	Воронежский станкостроительный завод (ВСЗ). С 2021 г. ООО «ВСЗ». Малое предприятие.	Универсальные и специальные высокоточные шлифовальные станки. Обдирочно-шлифовальные станки. Традиционные станки	Плоскошлифовальные станки: прямоугольный стол L×B×H ≤ 4000×1350×1250; круглый стол D×H — 1000×480 Внутришлифовальные станки: ($D_{уст.}$ × $L_{шл.}$) наиб.: 560–800 × 320–500	Фрезерные, токарные, дерево-, камнеобрабатывающие станки
3	Кировский станкостроительный завод (КСЗ). С 2008 г. Малое предприятие.	Заточные станки для обработки рабочей поверхности дереворежущего инструмента и деревообрабатывающие станки	Станки для заточки плоских ножей, круглых, рамных, ленточных, дисковых пил, пильных цепей и фрез	Чугунное литьё. Плазменная резка и мехобработка
4	ЗАО «Липецкий станкозавод «Возрождение». С 2007 г. Малое предприятие. г. Липецк, ул. Советская 64 Тел.: +7 (4742) 77-88-19, 77-45-91, 3L722V@mail.ru www.lipetskiystankozavod.ru	Станки для плоскопрофильного глубинного шлифования Станки-стенды для испытания шлифовальных кругов		
		Плоскошлифовальные станки классов точности В и А. Круглошлифовальные станки.	Плоскошлифовальные станки: с прямоугольным столом L×B×H ≤ 1600×800×600; с круглым столом D×H — 630×350 $D_{шл.} \le 400$	Поставка запчастей. Капремонт и модернизация. Обработка корпусных деталей
5	ООО «Липецкое станкостроительное предприятие». ООО «ЛСП». С 2004 г. Среднее предприятие.	Плоскошлифовальные станки с прямоугольным столом	L×B×H ≤ 1500×700×1000	Станки с ЧПУ. Пусконаладка, ремонт
		Плоскошлифовальные станки с круглым столом	D×H — 50–660×350	
		Круглошлифовальные станки	$D_{шл.} \le 400$; $L_{шл.} \le 2800$	
		Внутришлифовальные станки	($d_{отв.}$ × $L_{шл.}$) наиб.: 13–80 × 40–125	
		Бесцентровошлифовальные станки	$D_{шл.} \le 5…80$; $L_{шл.} \le 180$	
6	АО «МСЗ-Салют». С 2000 г. Микропредприятие.	Зубошлифовальные станки, работающие коническим, профильным и плоским кругом	$D_{наиб.}$: 9…1250; $B_{наиб.}$: 290 $M_{наиб.}$: 1,5…16	Модернизация и ремонт
		Шлицешлифовальные станки	$D_{наиб.} \le 320$; $L_{шл.} \le 1850$	
		Резьбошлифовальные станки	$D_{наиб.} \le 450$; $L_{шл.наиб.} \le 500$	
		Внутришлифовальные станки	$d_{шл.}$: 10…160; $L_{шл.}$: 1…100	
7	ООО «Санкт-Петербургский завод прецизионного станкостроения». С 2005 г. Малое предприятие.	Оптические профилешлифовальные станки	$(L×B×H)_{шл.\ наиб.} \le 250×100×78$	Пусконаладка, ремонт
			$(D×L)_{шл.\ наиб.} \le 40…300×200$	
		Круглошлифовальные станки	$D_{шл.}$ — 0,25…100; $L_{шл.} \le 315$	
8	ООО «Саратовский завод тяжелых зуборезных станков» (СЗТЗС). С. 2016 г. Малое предприятие.	Зубообрабатывающее оборудование и товарные шестерни. В том числе: зубошлифовальные станки с ЧПУ для конических зубчатых передач с круговым и прямым зубом	Для кругового зуба: $D_{наиб.}$: 320…800 $M_{наиб.}$: 8…16 Для прямого зуба: $D_{наиб.}$: 200. $M_{наиб.}$: 6	Модернизация и ремонт
9	ООО «Станконова». С 2003 г. Малое предприятие.	Круглошлифовалные станки	$D_{шл.}$ 2…100; $L_{шл.} \le 140$ (225)	Современные компоновки, системы ЧПУ. Модернизация, сервис
		Зубошлифовальные станки	$D_{наиб.}$: 1000 $L_{наиб.}$: 2000 $M_{наиб.}$: 16	
		Шлицешлифовальные станки	$D_{наиб.} \le 320$; $L_{шл.} \le 1850$	
		Резьбошлифовальные станки в исполнении ЧПУ	$D_{наиб.} \le 450$; $L_{шл.наиб.} \le 500$	

Таблица 1 (продолжение)

№ п/п	Предприятие	Номенклатура оборудования для шлифования, особенности	Размеры обрабатываемых деталей, мм	Примечание, доп. услуги
10	СТАН-САМАРА ЗАО «Стан-Самара». С 1999 г. Малое предприятие. г. Самара +7 (846) 992-69-84, 955-30-83 zavod@stan-samara.ru, http://stan-samara.ru/	Координатно-шлифовальные станки. Многоцелевые координатные станки	Размеры стола: L×B – 560×320; 800×400	Шпиндели. Делит. столы
11	ООО «Станкошлиф». Саратовский станкостроительный завод. С 2000 г. Малое предприятие.	Специальные, универсальные внутришлифовальные станки с ЧПУ. Класс точности B и A. Всего более 20 моделей. Оснащение мембранными, цанговыми патронами с гидроуправлением, магнитными патронами, приборами активного контроля	$D_{отв.}$: 3…400 $L_{шл.}$: до 320 (1000) Шлифование наружных сферических поверхностей: R 84…315 с углом сектора от 9° до 25°.	Ремонт станков
12	АО «СТП-Липецкое станкостроительное предприятие». С 2014 г. Малое предприятие.	Плоско-, кругло-, внутришлифовальные станки, стенды для испытания шлифовальных кругов. Плоскошлифовальные станки с прямоугольным и круглым столом		Модернизация и ремонт
		Плоскошлифовальные станки с прямоугольным столом	L×B×H ≤ 4000×800×800	
		Плоскошлифовальные станки с круглым столом	D×H — 800×350	
		Внутришлифовальные станки	$(D×L)_{уст. наиб.}$: 250…800 × 200…500	
13	ООО «Шлифовальные станки». С 1955 г. Малое предприятие, входит в ООО «СТАН».	Современные профилешлифовальные многоосевые, в том числе гибридные станки		Сервис, ремонт
		Профилешлифовальные станки, в том числе работающие двумя кругами с одно-, двух- и трёхосевыми столами		
		Центры для шлифования твердосплавных пластин		

ноу-хау, и в этом случае станки изготавливаются по хозяйственным договорам с использованием производственной кооперации и на сторонних производственных площадках. Примером такого сотрудничества может быть достигнутое в июле 2019 г. соглашение предприятия ООО «Станконова» и АО «МСЗ-Салют» о начале производственной кооперации в сфере производства шлифовального оборудования. Используя накопленный конструкторский и инженерный опыт специалистов АО «МСЗ-Салют» и ООО «Станконова», а также производственные мощности ООО «Станконова», компании выводят на рынок металлообрабатывающего оборудования обновлённые модели плоско-, кругло-, резьбо-, зубошлифовальных и других типов станков.

В настоящее время представленные в **таблице 1** предприятия производят как новую продукцию, спроектированную и изготовленную, так и традиционную по старой технической документации.

Как известно, качество современного шлифовального станка закладывается ещё на этапе проектирования и затем поддерживается на последующих стадиях его производства. По имеющимся сведениям о компоновочном решении станка, его технических характеристиках, использовании при проектировании модульного принципа, применяемых материалах корпусных деталей, современных комплектующих, характеристиках и поставщиках систем ЧПУ, наконец, неформально действующей системе менеджмента качества можно сделать предварительный вывод о качестве станка.

Остановимся на ряде наиболее успешных станкостроительных отечественных предприятий, выпускающих шлифовальные станки.

ООО «Шлифовальные станки», входящее в холдинг «СТАН», разрабатывает и изготавливает современные профилешлифовальные станки, использующие принцип глубинного шлифования для применения в высокотехнологичном производстве.

Современную технологию профильного глубинного шлифования различных поверхностей турбинных лопаток [13] используют станки более 30 компаний США, Германии, Швейцарии, Испании, России, Тайваня и других стран, в т.ч. станки известных фирм: MÄGERLE (Швейцария), ELB-SCHLIFF, BLOHM (Германия), DANOBAT (Испания) и ООО «Шлифовальные станки» (Россия), так ранее называлось ООО «СП «СТАНКОВЕНДТ». Указанное оборудование отличает высокая энергооснащённость, повышенная жёсткость и точность обработки, наличие принудительной непрерывной правки шлифовальных кругов алмазными профильными роликами и мощных станций для подачи в зону резания под большим давлением смазочно-охлаждающих жидкостей, их очистки и охлаждения. Конструкции станков позволяют использовать как отечественный высокоструктурный инструмент с повышенной пористостью, так и круги из суперабразивов, работающих при скорости шлифования до 150 м/с.

Примером успешного импортозамещения может служить разработанная и внедрённая на базе многоцелевых шлифовальных станков ООО «Шлифовальные станки» высокопроизводительная технология многокоординатной обработки лопаток турбин газотурбинных двигателей с использованием глубинного шлифования и применением отечественного высокоструктурного инструмента с повышенной пористостью, которая была отмечена премией правительства РФ [14].

Инновационные конструкторские решения позволили создать в станках до пяти-шести одновременно работающих формообразующих осей, а также магазины для автоматической смены инструментов. Современные системы ЧПУ, обеспечивая различные управляющие циклы, делают оборудование очень эффективным для шлифования высокоточных деталей сложной конфигурации, в частности, для обработки плоских и фасонных поверхностей, шлицев, ёлочных профилей рабочих лопаток шлифовальными кругами из эльбора и алмаза. Для шлифования и контроля геометрии твердосплавных режущих пластин в режиме безлюдной технологии предприятие выпускает роботизированный обрабатывающий центр.

АО «СТП-Липецкое станкостроительное предприятие» производит станки как с оперативной системой управления (СУ), которая обеспечивает: цифровую индикацию перемещений, выбор различных режимов шлифования, задание и выполнение полуавтоматических циклов, так и с ЧПУ, базирующейся на логическом контроллере от компании Delta Electronics, имеющей сенсорную панель оператора и два сервопривода (вертикальной и поперечной подачи). Преимуществами ЧПУ являются: возможность осуществления цифровой индикации перемещений и широкий выбор режимов шлифовки.

Владимирский станкостроительный завод (ООО ВСЗ «Техника») разрабатывает и имеет возможность серийно выпускать прецизионные круглошлифовальные станки с командоконтроллером и УЧПУ, в двух-, трёх- и четырёхкоординатном исполнении, которые позволяют производить обработку особо ответственных деталей авиационной техники (**рис. 1**). В станках в качестве материала станин используется синтегран, отличающийся высокой износостойкостью, термостабильностью и повышенной демпфирующей способностью, что гарантирует высокое качество шлифования.

Рис. 1. Круглошлифовальный станок с ЧПУ КШ-600.4 ООО «ВЗС «Техника». Фото: http://vzfs.ru/

ЗАО «Липецкий станкозавод «Возрождение», являясь владельцем товарного знака «Липецкий станкостроительный завод», выпускает всё более расширяющуюся номенклатуру плоскошлифовальных станков с различными видами систем управления, позволяющими использовать станки как универсальное оборудование и как оборудование с программируемым циклом обработки, применяя абразивные и алмазные круги (**рис. 2**).

Станки для плоскопрофильного глубинного шлифования обрабатывают в автоматическом цикле высокоточные детали авиадвигателей и инструментов различного профиля. Всё используемое ПО станков является собственной разработкой предприятия.

У предприятия имеется большой опыт проектирования и изготовления станков специального назначения, в

Рис. 2. Станок плоскошлифовальный мод. 3Л722В(А), ЗАО «Липецкий завод «Возрождение»

частности, для обработки поршневых колец двигателей и обработки деталей оптики из различных кристаллических материалов.

В системах ЧПУ станков АО «МСЗ-Салют» и ООО «Станконова» используются современные решения, так, управление плоскошлифовальным станком высокой точности построено на базе контроллера Fatek. Функции УЦИ на данном станке выполняют магнитные линейные измерители фирмы Precizika во взаимодействии с сенсорной панелью оператора ОВЕН и контроллером Fatek.

Система ЧПУ Sinumerik 828D зубошлифовального станка класса точности С, предназначенного для шлифования методом обкатки эвольвентного профиля шеверов, долбяков и эталонных зубчатых колёс обеспечивает:

- деление на заданное число зубьев,
- управление перемещением бабки изделия и вращением шпинделя изделия для движения формообразования,
- управление вращением шлифовального шпинделя,
- управление вертикальным перемещением шпинделя со шлифовальным кругом,
- управление перемещением механизма правки,
- управление подачей при правке,
- управление циклом работы станка.

Совместное предприятие выпускает также зубошлифовальные станки для цилиндрических прямозубых и косозубых зубчатых колес, работающие по методу обката червячным абразивом.

Завод координатно-расточных станков «Стан-Самара» предлагает координатно-шлифовальные станки с повышенной точностью позиционирования рабочих органов при контурной обработке деталей и заданной скоростью перемещения стола и салазок (**рис. 3**). Конструкция шлифовальной бабки обеспечивает скорость перемещения планетарного шпинделя до 12000 мм/мин, а также позволяет осуществлять в следящем режиме управление от УЧПУ координатными перемещениями каретки шлифовального шпинделя и вращением планетарного шпинделя.

Санкт-Петербургский завод прецизионного станкостроения (ООО «СПб ЗПС») изготавливает оптические профилешлифовальные и круглошлифовальные станки для инструментального производства приборостроительных, электротехнических, ювелирных и металлургических предприятий. Станки оснащены СУ и совершенными средствами обеспечения точности. В новом модельном ряде используется новая оптическая система на основе видеокамеры, компьютера и специального ПО.

Рис. 3. Координатно-шлифованый особоточный станок «Аэрошлиф 400», ЗАО «Стан-Самара»

Компания «Липецкое станкостроительное предприятие» в своей производственной линейке имеет традиционные плоскошлифовальные станки с прямоугольным и круглым столом, а также кругло- и внутришлифовальные станки. Станки могут производиться в исполнении классов В и С с программируемым контроллером и возможностью работы в режиме полуавтомата и многостаночного обслуживания. Станки, в частности универсальные круглошлифовальные, могут включать в себя программное управление с позиционной и прямоугольной системами, что обеспечивает оптимальную работу устройств.

Следует отметить, что работающие предприятия отрасли держатся в основном на энтузиастах советской школы станкостроения. В целом главными проблемами развития компаний являются неопределённость экономической ситуации, недостаточный спрос на внутреннем рынке, высокий уровень налогообложения, недостаток финансовых средств и кадровый голод.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Абразивный инструмент в силу разнообразия типов, размеров и областей применения используется практически во всех сферах производства, при этом основными потребителями являются металлообработка, деревообработка, машиностроение и строительная отрасль.

Сравнение объёмов мировых рынков абразивного инструмента и шлифовальных станков, проведённое в **таблице 2** на основании отчётов о рыночных исследованиях, показывает, что объём рынка шлифовального инструмента практически на порядок превосходит объём мировых продаж станков. Исследователи [15, 16] считают, что развитию рынков будет способствовать спрос со стороны автомобильного и энергетического секторов производства.

Таблица 2

Рост объёмов мировых рынков, млрд $	
Абразивного инструмента [15]	Шлифовальных станков [16]
2018 г. → 2028 г.	2018 г. → 2027 г.
42,3 → 58,3	**4,72 → 6,73**

Оценка сведений об отечественных производителях абразивного инструмента, представленная в **таблице 3**, проводилась на основе обзора интернет-ресурсов, аналогичного обзору российских производителей шлифовальных станков.

Из работы [17], определяющей состояние и перспективы производства абразивных материалов, можно сделать вывод о том, что только в области производства и экспорта шлифовальных кругов из искусственного корунда Россия занимает наиболее прочные позиции и в большей степени обеспечивает внутренний рынок данным видом продукции. Утверждение базируется на данных Федеральной таможенной службы России за 2008 г. В остальных случаях почти по всем видам абразивов и инструментов наблюдается превышение импорта над экспортом в денежном измерении, причём наибольший диспаритет цен наблюдается в секторе внешней торговли шлифовальными кругами из эльбора. Доля инструмента из КНБ (кубического нитрида бора) в России [17] составляет примерно 0,5 % от мирового объёма рынка.

Лидирующими предприятиями по выпуску абразивного инструмента являются: Лужский, Волжский, Белгородский, Косулинский, Златоустовский, Красногорский абразивные заводы, ООО «Волгашлиф Плюс», ИСМА, Петербургский абразивный завод «Ильич», ООО НПК «Абразивы и шлифование» и ООО «ИНФ-АБРАЗИВ» Абразивный завод (**рис. 4**) и др.

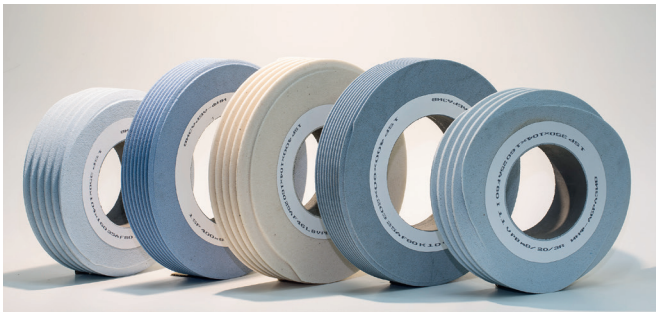

Рис. 4. Шлифовальные круги червячного профиля, ООО «ИНФ-АБРАЗИВ» Абразивный завод

Абразивы и шлифовальные круги являются главными позициями российского экспорта металлорежущего инструмента. Основными потребителями российского абразивного инструмента являлись Украина и Казахстан [17].

В целом некогда мощная отрасль отечественного абразивного производства претерпела серьёзную трансформацию, в результате которой уцелевшие крупные заводы перешли в статус малых предприятий с сопутствующими потерями своих компетенций, уменьшением номенклатуры и объёмов выпуска продукции и др. Из оставшихся 16 предприятий **таблицы 3** только половина оказывает реальную поддержку машиностроительным заводам поставками качественного инструмента и прежде всего наиболее востребованных шлифовальных кругов на керамических связках — более 90 % по объемам потребления.

Но главная проблема заключается в том, что в результате структурной реорганизации возник дефицит сырья для изготовления качественного инструмента на керамических связках: вместо ранее использовавшихся 26 марок зерна корунда и карбида кремния производится практически только одна марка электрокорунда белого при дефиците

Таблица 3

№ п/п	Предприятие	Номенклатура выпускаемой абразивной продукции	Характеристика или размеры, мм.	Примечание, доп. услуги
1	ООО «ИНФ-АБРАЗИВ» Абразивный завод. Малое предприятие. г. Волжский, Волгоградская область	Круги, бруски и сегменты на керамической связке — аналоги Norton, MVM, Tyrolit, Butzbacher. Специальные типы и профили, в том числе с крепёжными элементами. Характеристики «ноу-хау», в том числе высокопористые, ультрамягкие, высокоскоростные. Для глубинного шлифования, зубошлифования, торцешлифования, суперфиниша.		Связка: Керамическая Диаметр: 20...600 мм Материал: корунд и карбид кремния Зернистость: F1000...F20 Твёрдость: D...T Структура: 4...15
2	ЗАО Абразивный завод «Резолит». Малое предприятие.	Круги на бакелитовой связке		Головки и сегменты шлифовальные
		Круги на вулканитовой связке		
		Круги на поливинилформалевой и синтетической связке		
		Круги из циркониевого электрокорунда		
3	АО НПК «Абразивы и шлифование». Малое предприятие.	Круги алмазные на керамической и органической связках		Абразивные бруски, пасты, бруски CBN, полировальные круги и головки
		Круги эльборовые на керамической и органической связках		
		Высокопористый инструмент на керамической связке		
		Прецизионный абразивный инструмент для импортных станков		
		Шлифовальные абразивные головки		
4	АО «Белгородский абразивный завод» (БАЗ). Крупное предприятие.	Гибкий шлифовальный инструмент: шкурка, лента, лепестковые круги, самозакрепляющиеся диски	Ширина лент ≤ 1420	В производстве оборудование: VSM, Brückner (Германия) и Metis, IM&T (Италия)
5	ООО «Волгашлиф Плюс». Малое предприятие. г. Рыбинск, Ярославская область, https://volgashlif.ru/	Инструмент на керамической связке для общего и специального назначения, в том числе высокоструктурный с повышенной пористостью для бездефектного шлифования профильных поверхностей без охлаждения	D — 32...600; T — 10...100 (125) Различные типы профиля (прямой, кольцевой (в т.ч. на планшайбе), с двухсторонним коническим профилем, сегменты и др.)	Импортозамещение инструмента на ряде специальных и сложных операций
6	ОАО Волжский абразивный завод (ВАЗ). Крупное предприятие.	Инструмент на керамической связке	D — 30…1060; T — 6…200	Входит в состав CUMI International Ltd (CUMI)
		Инструмент на бакелитовой связке	Зернистость — F80…F12	
		Круги отрезные на бакелитовой связке	D — 125…400; T — 1…5	
		Гибкий инструмент	Зернистость — P24…P400	
7	ООО «Завод Вулканит».	Абразивный инструмент на вулканитовой связке		Круги полировальные, шлифовальные, отрезные. Абразивные плиты для вскрытия алмазных коронок
8	ООО «Златоустовский абразивный завод». Малое предприятие.	Абразивный инструмент на бакелитовой связке		Инструмент на модифицированной бакелитовой связке
		Абразивный инструмент на вулканитовой связке		
		Абразивный инструмент на керамической связке		
		Абразивный инструмент специального назначения		
9	АО «Ивановские строительные материалы и абразивы» (ИСМА). Малое предприятие.	Шлифовальные круги		Сырьё и материалы
		Отрезные, зачистные, обдирочные круги		
		Инструмент для шлифования		
		Инструмент на гибкой основе		
10	ОАО «Красногорский абразивный завод». Малое предприятие.	Абразивный инструмент на бакелитовой связке		Тела абразивные
		Абразивный инструмент на вулканитовой связке		
		Абразивный инструмент на керамической связке		
		Сегменты шлифовальные		
11	АО «Косулинский абразивный завод» (КАЗ). Среднее предприятие.	Круги горячего прессования	D — 250…610; T — 63…76	Бруски и сегменты на бакелитовой и керамической связках
		Круги отрезные и шлифовальные	D — 100…900; T — 3…9	
		Круги на бакелитовой связке	D — 40…900; T — 20…150	
		Круги на керамической связке	D — 25…900; T — 4…250	

Таблица 3 (продолжение)

№ п/п	Предприятие	Номенклатура выпускаемой абразивной продукции	Характеристика или размеры, мм	Примечание, доп. услуги
12	ОАО «Лужский абразивный завод» (ЛАЗ). Крупное предприятие.	Инструмент на бакелитовой связке	D — 24…1230; T — 0,8…12	Выпуск огнеупорных изделий
		Инструмент на керамической связке	D — 13…900; T — 5…220	
		Круги лепестковые торцевые и радиальные, фибровые диски, ленты	Зернистость — F10…F600	
13	ООО «Московский абразивный завод» (МАЗ). Малое предприятие.	Круги на керамической связке	D — 3…350; T — 3…100	Зачистные и отрезные круги, полировальная паста
		Абразивные головки	D — 4…32; T — 10…32	
		Шкурка шлифовальная	Зернистость М40…М100	
		Гибкий абразивный инструмент	Ленты, круги	
14	АО «Московское производственное объединение по выпуску алмазных инструментов» (АО «МПО по ВАИ»). Малое предприятие.	Инструмент из алмаза и КНБ		Порошки из алмазов и КНБ
		Алмазные резцы и сверла		
		Алмазный инструмент на керамической связке		
		Резцы и вставки из СТМ (сверхтвёрдых материалов)		
		Алмазный инструмент для правки шлифовальных кругов		
15	ООО Петербургский абразивный завод «Ильич». Малое предприятие.	Круги алмазные на керамической, органической и металлической связках		
		Инструмент эльборовый на керамической и органической связках		
		Шкурка и паста из эльбора и алмаза. Техническая керамика		
		Специальный абразивный инструмент, в т. ч. высокопористый		
16	ООО «Рязанский инструментальный абразивный завод». Микропредприятие.	Гибкие круги «Элакс», «Элкопор», «Кампласт», «Инпор»		Бруски шлифовальные и паста полировальная
		Зачистные круги «Элакс»		
		Гибкий инструмент: головки «Элакс», «Элкопор», «Кампласт»		
		Шлифовальная шкурка на мездровом клее «Органит»		

необходимых компонентов керамических связок, ранее поставляемых из-за рубежа.

В такой ситуации остро необходимо импортозамещение инструмента, которым оснащался бы парк в том числе зарубежного оборудования и стимулировал разработку научно-технических решений по созданию высокопроизводительных аналогов при ограниченных ресурсах их изготовления.

Первый положительный опыт импортозамещения был получен ООО «Волгашлиф Плюс» в 2014 году после изготовления кругов с повышенной структурностью и пористостью при использовании единственно возможной марки электрокорунда белого 25А для операции многокоординатного профильного глубинного шлифования блоков сопловых лопаток из жаропрочного никелевого сплава. На станке швейцарской фирмы Magerle обработка ранее выполнялась инструментом австрийской фирмы Tyrolit [18].

Эффективность отечественного аналога зарубежному инструменту по эксплуатационным свойствам заключалась не в идентичности составов абразивной массы и характеристики круга, что в принципе невозможно осуществить на отечественной технологической базе. Оригинальность решения была обеспечена составом абразивной массы из отечественного сырья с оптимально подобранной триадой «зернистость абразива — твердость круга — его структурность».

К настоящему времени в ООО «Волгашлиф Плюс» уже накоплен большой опыт разработки новых составов инструмента и технологии его изготовления для эффективного импортозамещения шлифовальных кругов различных типоразмеров и характеристик ведущих зарубежных производителей Tyrolit, Winterthur, Saint-

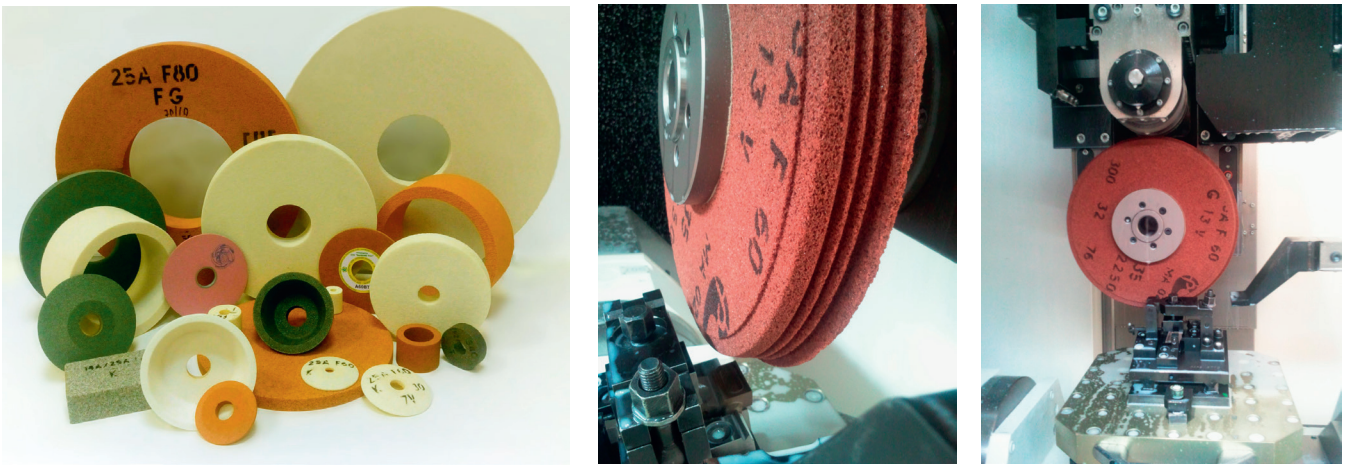

Рис. 5. Шлифовальные круги компании ООО «Волгашлиф Плюс»

Gobain (фирма Norton входит в её состав), Burka-Kosmos и др. для высокопроизводительной и бездефектной обработки (**рис. 5**) [18].

ООО «ИНФ-АБРАЗИВ» производит керамические связки. Кроме традиционных марок выпускает ряд специальных связок для профильного, глубинного и бесприжогового шлифования со скоростями до 80 м/с, связки для инструмента из микропорошков зернистостью до 3 мкм. В сочетании с использованием передовых шлифматериалов импортного производства это позволяет предприятию успешно решать задачи по замене широкого спектра импортного инструмента.

МЕРЫ ПО РАЗВИТИЮ ПРОИЗВОДСТВА СТАНКОВ И ИНСТРУМЕНТА

Что мешает развитию, почему столько лет станкостроение фактически продолжает стагнировать? На совете ТПП России по промышленному развитию и конкурентоспособности экономики России, рассматривавшем тему «Условия развития производства компонентов для машиностроительного комплекса», *19 сентября 2023 года* [19] были приведены данные по налоговой нагрузке машиностроителей России и Китая (См. **таблицу 4**).)

Таблица 4

Показатель	РФ	КНР
Средняя налоговая нагрузка, %	**47,7**	20
Средняя стоимость кредита, %	**12**	0,05
НДС, %	**20**	13

Понятно, что в таких условиях в КНР намного выгоднее выпускать машиностроительную продукцию. Однако в РФ частично ещё остались необходимые базовые составляющие производства оборудования: рынок, компетенции, технологические традиции, ресурсы и люди. Не хватает в первую очередь рациональной экономической политики и современного производства.

Чтобы изменить ситуацию, нужно применить в отношении производителей станочного оборудования специальные условия налогообложения, аналогичные действующим в IT-секторе, защитить рынок с помощью технического регулирования и стимулировать приток кадров на предприятия.

Следует напомнить, что 14 июля 2022 г. президент России подписал закон о поправках в налоговый кодекс, расширяющий льготы до 31 декабря 2024 г. для IT-компаний: ставка налога на прибыль 0%; нулевая ставка НДС для разработчиков ПО; пониженный тариф страховых взносов — 7,6%; отмена проверки госорганами, включая налоговые и валютные; пониженная ставка по кредитам; гранты, упрощённые госзакупки, упрощеённый наём иностранных сотрудников.

Необходимо отметить, что станкостроение всегда, и особенно в текущей ситуации, являясь базой развития всей машиностроительной отрасли, заслуживает не меньшего, а может быть и большего внимания и преференций для достижения реального технологического суверенитета страны.

Станкостроение как отрасль ждёт государственных или частных инвестиций. Положительным примером зарубежных инвестиций является международное сотрудничество с 2007 г. предприятия ОАО «Волжский Абразивный Завод» с фирмой CUMI International Ltd, которая является дочерней компанией CARBORUNDUM UNIVERSAL LTD (CUMI), в свою очередь, входящей в конгломерат Murugappa Group, созданный в начале 20-го века. Российские технологии плюс индийские инвестиции — эта связка, оправдала себя даже в условиях кризиса [20]. Приход компании CUMI на ОАО «Волжский Абразивный Завод» и международный маркетинг благотворно сказались на развитии предприятия, увеличении выпуска и повышения качества продукции.

Субсидии, гранты, дотации, кредиты, лизинг — всё это должно быть возможным и доступным для разработчиков и производителей металлорежущего оборудования, в частности, шлифовальных станков и абразивов.

Проведенная работа по импортозамещению, как показал опыт в этом направлении малых предприятий ООО «Шлифовальные станки» и ООО «Волгашлиф Плюс», не стала самоцелью, а явилась следствием активной разработки и освоения новых научно-технических решений для оснащения отечественного машиностроения станочным оборудованием и инструментом на уровне лучших мировых аналогов.

ЛИТЕРАТУРА

1. USA/USSR: Facts and Figures / U. S. Bureau of the Census. Washington, 1991.
2. Промышленность СССР. Стат. Сб. / М.: Финансы и статистика, 1988.
3. https://app.indexbox.io/report/846593/0/
4. Рынок продукции станкостроения 2020. Национальный исследовательский университет. Высшая школа экономики. Центр развития. 2020. С. 95.
5. https://www.marketresearchfuture.com/
6. https://sovetdirectorov.info/2022/12/01/est-zhelanie-chto-s-vozmozhnostyami/?ysclid=lpilcc9cw5324174909
7. Афанасьев А.А. Рынок продукции станкостроения России в условиях внешних ограничений // Экономика, предпринимательство и право. 2023. Том 13. № 10. С. 4073-4088. doi: 10.18334/epp.13.10.118955.
8. РОССТАТ. Социально-экономическое положение России. Москва. 2022. С. 340.
9. https://stanki-expo.ru/novosti/tpost/87ydvamjj1-situatsiya-v-stankostroenii-na-mart-2023
10. https://www.wiki-prom.ru/43/stankostroitelnye-zavody.html
11. Федеральный закон № 209-ФЗ от 24.07.2007
12. Постановление Правительства № 265 от 04.04.2016
13. Ермолаев В.К. Триада глубинного шлифования — синергия его эффективности // РИТМ машиностроения. 2022. № 3. С. 34–42.
14. Технология автоматизированной комплексной обработки лопаток турбин методами высокопроизводительного шлифования, многоцелевые шлифовальные станки и высокоструктурный абразивный инструмент для её реализации. / В.А. Полетаев, В.К. Старков, В.Н. Крылов и др. Под ред. В.А. Полетаева и В.К. Старкова.М.: Машиностроение, 2013. С. 122.
15. https://www.globenewswire.com/
16. https://www.fortunebusinessinsights.com/
17. Никифоров И.П. Состояние и перспективы производства абразивных материалов / И.П. Никифоров // Труды ППИ. Сер. Машиностроение. Электротехника. 2012. № 15.3. С. 265–270.
18. Вараткова Ж.В. Импортозамещение шлифовальных кругов // Вестник машиностроения. 2023. Т. 102. № 7. С. 585–589. DOI: 10.36652/0042-4633-2023-102-7-585-589.
19. https://regnum.ru/news/3834732
20. Процессы абразивной обработки, абразивные инструменты и материалы. Шлифабразив-2019. Сборник статей XVII Международной научно-технической конференции; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ВолгГТУ, ВПИ (филиал) ВолгГТУ; под общей редакцией В.М. Шумячера.— Волгоград: ВолгГТУ, 2019. С. 181.