

Авторы:

Щелконогов Андрей Евгеньевич

магистрант

Амелин Иван Сергеевич

студент

Зайцева Татьяна Анатольевна

магистрант

Гайсина Вероника Фаритовна

студентка

Научный руководитель:

Дворниченко Александр Алексеевич

канд. техн. наук, доцент

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ)

г. Челябинск, Челябинская область

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ИННОВАЦИОННОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация: в статье рассмотрены существующие проблемы инструментального производства на российском рынке. На основе анализа инновационных технологий, их функциональности и эффективности рассмотрены перспективы развития промышленных предприятий за счет модернизации производства. Выявлена и обоснована необходимость использования аддитивных технологий для предприятий металлообрабатывающей отрасли.

Ключевые слова: внедрение инноваций, аддитивные технологии, инструментальное производство, развитие производства.

Состояние отечественного инструментального производства, начиная с конца прошлого века, характеризуется как упадочное, выражающееся в виде

морального и физического износа большинства основных производственных фондов, ухудшения качества, увеличенного времени обработки и изготовления, роста уровня брака. В результате сокращения производства инструментальной продукции, ухудшения ее качества, увеличилась доля зарубежных поставщиков на внутреннем рынке, что привело к резкому сокращению объемов заказов у отечественных производителей [17].

Объективная оценка современного комплекса предприятий, выпускающих инструментальную оснастку, прозвучала в докладе генерального директора Ростовского завода спец. инструмента и технологической оснастки от 2010 года, согласно которому ситуация на рынке выглядит следующим образом: 35% участников рынка инструмента и оснастки обанкротились, закрылись или сменили юридическое лицо; еще 45% находятся в сложном, предбанкротном состоянии и просчитывают варианты дальнейших действий; 90% имели проблемы с выплатой зарплаты, останавливали производство или практиковали неполную рабочую неделю; у большинства предприятий увеличивались долги, требовалось предпринимать антикризисные меры и сокращать штат [3].

На сегодняшний день, несмотря на введение ограничений поставок зарубежной продукции по ряду отраслей и реализацию политики импортозамещения, доля импортной продукции в структуре внутреннего потребления инструментальной оснастки составляет более 40% от общего объема [25]. При этом спрос на инструментальную оснастку характеризуется существенным ростом, что обусловлено развитием ВПК, нефтегазовой сферы, тяжелого и транспортного машиностроения. Однако в связи с изношенностью основных производственных фондов большинства крупных инструментальных заводов до уровня 90% и их закрытием, отечественные предприятия технологической оснастки не могут удовлетворить потребности рынка в полном объеме [26].

В сложившейся ситуации производители инструментальной продукции разделились на следующие категории: адаптировавшиеся предприятия, сумевшие модернизировать производство на инновационной основе и

сохранившие ключевых заказчиков; предприятия, использующие устаревшее оборудование для выпуска инструмента под заказ локального производства; предприятия, свернувшие производство из-за отсутствия заказов [18].

Для снижения зависимости от импорта и наращивания объемов экспортируемой продукции необходимы мероприятия по комплексной реконструкции инструментального производства, с применением инновационных инструментальных технологий, позволяющих сократить себестоимость продукции и получить конкурентные преимущества перед изделиями зарубежных поставщиков в виде экономии времени и ресурсов на производство единицы продукции [4].

Целями представленного исследования, на основе полученной информации о состоянии инструментальной промышленности в России, являются определение приоритетных направлений развития машиностроения и станкостроения, обоснование необходимости применения в производственных процессах инструментального производства аддитивных технологий.

На данный момент ёмкость российского рынка технологической оснастки составляет более 357 млн долл. При этом концентрация производителей и потребителей инструментальной оснастки крайне неравномерна, так наибольшая концентрация инструментальных заводов наблюдается в Центральном, Поволжском и Уральском регионах. Помимо этого, по мнению экспертов, на сегодняшний день рынок инструментальной оснастки является растущим, что обусловлено в первую очередь ростом спроса на технологическую оснастку среди машиностроительных предприятий, ВПК и увеличением количества предприятий, занимающихся производством и перепродажей технологической оснастки. Однако существующие производители инструментальной оснастки не располагают мощностями, способными удовлетворить растущий спрос. Для выхода из сложившейся ситуации возможны несколько вариантов, среди которых [10]:

– стимулирование создания новых предприятий, осуществляющих производство и реализацию инструментальной оснастки с применением

традиционных технологий металлообработки: обработка давлением; токарные, фрезерные, шлифовальные и строгальные методы обработки;

– обновление основных средств инструментальных предприятий, в том числе приобретение оборудования для аддитивных технологий.

Тенденции развития металлообрабатывающей отрасли характеризуются переходом к автоматизации всего цикла производства изделий с предварительным проектированием объемных моделей изделий в CAD-, CAM-системах. Применение САПР в сочетании с CAD-системами позволяет осуществить разработку объемной модели продукции, ее быструю правку и доработку. В сочетании с оборудованием, позволяющим воплощать полученные модели в металле, пластике или другом материале, существенно сокращаются затраты времени на технологический процесс производства изделий. Среди оборудования, подразумевающего производство продукции на основе компьютерной модели, можно выделить следующее [19, 20]:

– фрезерные станки с ЧПУ: перемещение фрезы осуществляется вдоль трех осей (X, Y – горизонтальная плоскость, Z – вертикальная) на основании траектории, полученной по объемной модели изделия в CAD-, CAM-системе. В некоторых фрезерных установках добавляется поворотный стол, что позволяет исключить движение вдоль одной из горизонтальных координат и ускорить процесс обработки;

– 5-ти координатные обрабатывающие центры: существенным отличием данного оборудования от фрезерных станков с ЧПУ является наличие двух дополнительных степеней свободы, позволяющих осуществлять вращательное движение шпинделя или рабочего стола вокруг двух осей, что существенно расширяет возможности оборудования по обработке криволинейных поверхностей;

– станки гидроабразивной резки: предназначены для раскроя листового материала струей жидкости с частицами абразива с давлением до 6000 атм., при этом толщина обрабатываемого металла может достигать 300 мм и более;

– оборудование для электроэрозионной резки: процесс обработки основывается на явлении электрической эрозии – изменение размеров формы и свойств металла под действием электрических разрядом, создаваемых генератором электрических импульсов, с температурой от 8000 до 12000 °С.

– 3D-принтеры на базе технологий FDM, LENS, DMD, SLS: осуществляют производство объемных изделий из пластиковых (FDM) и металлических материалов (LENS, DMD, SLS) методом послойного наплавления материала на подложку или заготовку изделия.

Промышленное оборудование на основе аддитивных технологий в сочетании с ЧПУ, как правило, характеризуется более высокой стоимостью, по сравнению с традиционными фрезерными, шлифовальными и прочими системами. Однако более высокая стоимость оправдывается рядом преимуществ [1; 2] и быстрыми сроками окупаемости за счет дополнительных денежных потоков из-за существенного сокращения сроков выполнения заказов [23].

Преимущества такого подхода:

- сокращение времени производства готовой продукции: применение 5-ти координатного обрабатывающего центра и фрезерного станка ЧПУ приводит к сокращению времени обработки в 1,5–2 раза, повышению производительность в 2–3 раза и сокращению потерь материала на 5–10%;

– повышение прочностных и износостойких свойств изделий за счет нанесения защитного покрытия с возможностью сочетания материалов (LENS, DMD технологии);

– возможность быстрого изготовления или моделирования литейных форм со сложными каналами прокачки жидкости, повышающих теплообмен и прочностные характеристики изделия;

– быстрая переналадка оборудования для мелкосерийного и штучного производства;

– возможность быстрого прототипирования, и ряд других положительных сторон.

Таким образом, организация производственного процесса на предприятиях по выпуску инструментальной оснастки на основе аддитивных технологий в сочетании с ЧПУ позволит получить конкурентные преимущества в виде повышения производительности труда [21], сокращения затрат на цикл тестирования и производства готовой продукции [23].

Свойства аддитивных технологий позволяют их использовать в различных сферах (рисунок 1).



Рис. 1. Применение продукции на основе аддитивных технологий

Широкое применение аддитивных технологий в сфере инструментального производства позволит упростить процесс производства отдельных видов продукции, отказавшись от некоторых видов оборудования [22].

Таблица 1

Возможные применения аддитивных технологий
в инструментальной промышленности

Область применения	Объекты оснастки	Заменяемое оборудование
5-ти координатный обрабатывающий центр	– матрицы; – пуансоны; – шестерни; – калибры; – патроны; – упоры;	– токарные станки; – сверлильные станки; – вертикально-фрезерный станок; – резьбонарезной станок

	– державки	
FDM-печать	– крепежные элементы; – прототипирование; – литейная оснастка; – контрольный и измерительный инструмент	– вертикально-фрезерный станок; – фрезерно-гравировальный станок; – инструмент и оборудование для изготовления литейных форм и модельных плит
LENS-технология	– реконструкция и ремонт изношенной инструментальной оснастки; – нанесение защитных (коррозионных, износостойких) покрытий; – наплавление элементов на готовые изделия; – изготовление крепежной оснастки; – изготовление литейных форм; – изготовление штампов	– сварочное оборудование; – инструмент и оборудование для изготовления литейных форм и модельных плит; – гидравлический пресс; – литейное оборудование; – обрабатывающие центры
Электроэрозионная резка	– вырубные штампы; – пресс-формы; – фильеры; – матрицы и пуансоны; – резцы; – цанги; – зубчатые колеса	– токарные и вертикально-фрезерные станки с ЧПУ; – ленточнопильный станок; – вырубные станки

Большинство предприятий, изготавливающих технологическую оснастку, ориентируется на изготовление серийной продукции, ограничивая ассортимент выпускаемых изделий, что обусловлено требованием к снижению затрат на организацию технологического процесса серийного и массового производства. В то же время, применение оборудования на основе аддитивных технологий позволяет эффективно осуществлять работы по созданию опытных образцов, а также работы для выпуска небольших партий и единичных изделий.

Таким образом, предприятие, внедрившее в производство новые методы в технологиях металлообработки, имеет преимущество, т. к. практика показывает, что большая часть ассортимента, планируемого к производству на новом оборудовании, будет выпускаться под часто меняющиеся заказы клиентов. Это

требует обеспечить определенную гибкость, возможность быстрой переориентации на производство нового продукта, адаптации к изменяющимся рыночным условиям [12].

Одним из приоритетных направлений развития производства предприятий машиностроения и станкостроения, по нашему мнению, является внедрение новинок, в которых интегрируется лазерный источник в станки с ЧПУ, создавая гибридные инструменты для аддитивно-субтрактивного производства [14]. Ценовая политика компании в отношении продукции, получаемой на таком оборудовании, может формироваться с учетом количества и требований клиентов, уровня цен на аналогичную продукцию конкурентов, динамики спроса на технологическую оснастку среди отечественных производственных компаний. Применение новейших технологий потребует развитие научно-исследовательского сектора для их адаптации и привязки к применяемому оборудованию и поднимет уровень технологических инноваций в отечественном инструментальном производстве [9].

Таким образом, дальнейшее развитие, на наш взгляд, в первую очередь связано с переходом (по мере внедрения в промышленность и устойчивой коммерциализации нововведений) на новейшие разработки в области формообразования, таких как: современные 3D-принтеры, новые технологии и оборудование водоструйной резки, лазерно-плазменного раскроя и др.

Примечание: статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление №211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.A03.21.0011.

Список литературы

1. Аддитивное производство и инструментальная промышленность / Агентство инноваций и развития экономических и социальных проектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.innoros.ru/publications/analytics/15/additivnoe-proizvodstvo-i-instrumentalnaya-promyshlennost
2. Аддитивные технологии и аддитивное производство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://3d.globatek.ru/world3d/additive_tech

3. Выступление генерального директора Ростовского завода спец. инструмента и технологической оснастки С.В. Старикова от 2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.informdom.com/metallООbrabotka/2010/5/tehnologicheskaya-formoobrazuyuschaya-osnastka-nastoyaschee-i-budushee.html

4. Дворниченко А.А. Практика применения систем поддержки стратегического и инновационного управления предприятием в бизнес-образовании [Текст] / А.А. Дворниченко, Т.А. Зайцева, А.Е. Щелконогов // Инновационные технологии в науке и образовании: Материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 23 сент. 2016 г.) / редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. – №4 (8). – С. 263–269.

5. Дилер тайваньской компании RBH [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://нашаоснастка.рф/catalog/stanochnaya_osnastka/delitelnaya_golovka_cs

6. Завод инструментальной оснастки и инструмента в Екатеринбурге [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.sintoural.ru/index.php?page=products&pid=100034

7. Заводы инструментальной оснастки и инструмента в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.wiki-prom.ru/56otrasl.html

8. Зарубежные поставщики технологической оснастки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.tdgarant.net/index.php/instrumentalnaya-osnastka

9. Зайцева Т.А. Политика энергосбережения в инновационном развитии предприятия [Текст] // Научное сообщество студентов: Материалы XII Междунар. студенч. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 1 окт. 2016 г.) / редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. – С. 120–123.

10. Использование инструментов ТЭР при разрешении конфликтов между способами достижения целей производств [Текст] / А.А. Дворниченко, Н.К. Топузов, А.Е. Щелконогов // Современные тенденции развития инновационной экономики: Сборник статей участников Междунар. заочной науч.-практ. конф. (24–25 октября 2013 г.). – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – С. 211–216.

11. Ижевский инструментальный завод, ассортимент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://iiz.ru/pro_osnastka
12. Инновационная подготовка производства [Текст]: Учеб. пособ. / Н.К. Топузов, А.А. Дворниченко, Е.С. Сорокина, А.Е. Щелконогов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 228 с.
13. Международный центр интернет-торговли AllBiz [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ru.all.biz
14. Металлообработка: высокотехнологичный режущий инструмент или аддитивные технологии? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fwww.photonics.su%2Ffiles%2Farticle_pdf%2F4%2Farticle_4641_582.pdf&name=article_4641_582.pdf&lang=ru&c=58da30badc52
15. Портал оптовой продажи Flagma [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://flagma.ru/delitel'naya-golovka-so1239660-2.html>
16. Пульс цен, портал оптовой продажи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://chel.pulscen.ru/price/151403-tortsevaya-golovka>
17. Состояние рынка инструментального производства в России и перспективы развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.instrument.su/zurnals/24/zurnal_24Theme2.shtml
18. Состояние производства металлорежущего инструмента в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-proizvodstva-sovremennogo-metallorezhushchego-instrumenta-v-rossii>
19. Технология DMD – прямое нанесение металла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://3d.globatek.ru/3d_printing_technologies/dmd_tech
20. Технология 5-ти координатной обработки на фрезерных станках с ЧПУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://infofrezer.ru/stati/tekhnologiya-5-ti-koordinatnoj-obrabotki-na-frezernykh-stankakh-s-chpu>
21. Топузов Н.К. Оценка резервов и направлений экономии производственного времени в процессах ресурсосбережения предприятия [Текст] /

Н.К. Топузов, А.Е. Щелконогов // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – Т. 7. – №3. – С. 110–115.

22. Топузов Н.К. Управление инновационными проектами [Текст]: Учеб. пособ. / Н.К. Топузов, А.Е. Щелконогов, Е.С. Сорокина. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 250 с.

23. Топузов Н.К. Управление снижением потерь производственных ресурсов в программах антикризисного развития предприятий: инновационные подходы [Текст] / Н.К. Топузов, А.Е. Щелконогов // Человек – Общество – Государство. Научный журнал. – Челябинск: Челябинский многопрофильный институт, 2015. – №1 (1). – С. 100–103.

24. Челябинский инструментальный завод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://chiz.ru/produkcija/slesarno-montazhnyj-instrument>

25. Шилоносова Н.В. К вопросу прогнозирования на основе анкетирования [Текст] / Н.В. Шилоносова, В.Н. Кучин // Современные тенденции развития инновационной экономики: Сборник статей участников Междунар. заочной науч.-практ. конф. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – С. 44–48.

26. Шилоносова Н.В. Роль стратегического планирования в программах антикризисного развития предприятий [Текст] // Наука ЮУрГУ: Сборник материалов 66-й науч. конф. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – С. 1117–1119.

27. Электроэрозионные станки и принцип работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stanok.guru/stanki/elektroerozionnye-stanki-i-princip-raboty.html>

28. Ярославский завод технологической оснастки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://yzto.ru/page/tools>