

# РИТМ

МАШИНОСТРОЕНИЯ

'7  
2023



## УСПЕХИ НСПОИМ В ЛИЦАХ

НОВАЯ ВЫСТАВКА – НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЙ ФОРУМ (NMF)  
И ИТОГИ 2023 ГОДА ГЛАЗАМИ ЛИДЕРОВ  
СТАНКОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОТРАСЛИ



NMF-EXPO.RU

# ПОЛНОСТЬЮ УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ FL-CPM



**FL-CPM** – универсальная система лазерной обработки.

**Модульная конструкция** координатной системы и **широкий выбор** съемных навесных элементов крепления заготовок дают возможность создать Вашу **уникальную конфигурацию** станка.

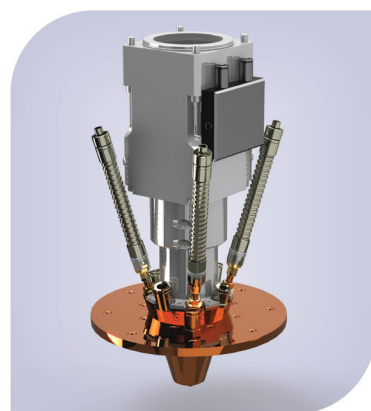
**4-осевая** сопловая насадка для порошковой **лазерной наплавки** - будет **идеальным дополнением** к системе.



## ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ ВОЛОКОННЫЙ ЛАЗЕР IPG ПОЗВОЛЯЕТ СОКРАТИТЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАСХОДЫ

Высокий коэффициент использования материала: в случае наплавки проволокой – 100% (до 90% при наплавке порошком). Локальная обработка поверхности, минимальная постобработка, стабильная высота наплавляемого слоя, минимальное перемешивание основного и наплавляемого материалов. Отсутствие деформации изделия в процессе обработки. Также система позволяет проводить высокоэффективную лазерную сварку и термообработку.

4-осевая сопловая насадка предназначена для четырехсторонней подачи наплавляемого материала и защитного газа в область фокусировки лазерного луча. Насадка полностью совместима с головками FLW D50. 4-осевая сопловая насадка – точный и надежный инструмент, с дополнительной защитой от воздействия отраженного излучения.



Подробнее обо всех новинках Вы можете узнать у наших консультантов по e-mail и телефону:

+7 (495) 477-72-77; sales@ntoire-polus.ru

[www.fl-cpm.ru](http://www.fl-cpm.ru)



# СОДЕРЖАНИЕ

11

Сегодня рост. А что завтра? /  
Machine tool industry: Growth today. What about tomorrow?

14

НАШ 2023 ГОД / Our year 2023

25

Год развития и инновационных технологий /  
Year of development and innovative technologies

26

2023: Это невозможно, но у нас получилось /  
2023: It's impossible, but we did it

28

Потребителей ждут новинки / Consumers will meet new products

31

3D-печать для изготовления технологической оснастки /  
3D printing for tooling production

33

Быть первым, быть лучшим / Be the first, be the best

34

Импортозамещение в действии / Import substitution in action

38

О развитии сварочных и смежных технологий в условиях Крайнего Севера /  
Improvement of welding and related technologies in the Far North

40

Технология термической и химико-термической обработки металлов  
в кипящем слое наноструктурированного катализатора /  
Technology of thermal and chemical-thermal treatment of metals in  
a fluidized bed of nanostructured catalyst

44

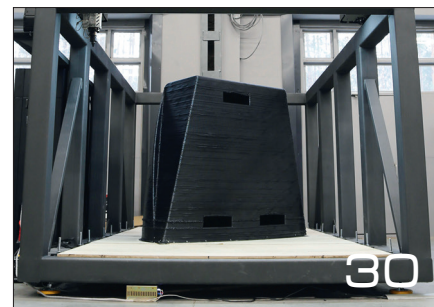
Российские производители шлифовальных станков и абразивного  
инструмента / Russian manufacturers of grinding machines and abrasive tool

52

Классификация поковок, получаемых по технологии комбинированного  
выдавливания сдвигом / Classification of forgings produced by combined  
shear extrusion technology

55

Сквозные эффекты цифрового машиностроения /  
End-to-end effects of digital engineering



Издатель ООО «ПРОМЕДИА»  
директор О. Фалина  
главный редактор М. Копытина  
выпускающий редактор Т. Карпова  
дизайн-верстка С. Куликова  
руководитель проектов З. Сацкая

Отдел рекламы:  
Е. Пуртова, Е. Ерошкина

консультант В.М. Макаров  
consult-ritm@mail.ru

**АДРЕС: 107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская,  
д. 17А, стр. 1Б, офис 306-1, т/ф (499) 55-9999-8 (многоканальный)  
e-mail: ritm@gardesmash.com  
https://www.ritm-magazine.com/ru**

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).  
Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-63556.  
(До 09.2015 журнал «РИТМ»)

Тираж 10 000 экз.

Распространяется бесплатно на выставках и конференциях.

Перепечатка опубликованных материалов разрешается только  
при согласовании с редакцией. Все права защищены ©

Редакция не несет ответственности за достоверность информации  
в рекламных материалах и оставляет за собой право на редакторскую правку  
текстов. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

## Прогноз развития технологий литья

Российский рынок литья с точки зрения используемых технологий в ближайшее десятилетие можно будет разделить с учетом отраслевой специализации.

— Для высокотехнологичных отраслей, предъявляющих высокие требования к качеству отливок, будет характерен переход в сторону таких технологий, как вакуумно-пленочное формование, литье по выплавляемым моделям, литье по газифицируемым моделям, литье под давлением. Аддитивные технологии продолжат развиваться именно благодаря возможностям получения мелкосерийных или единичных отливок высокого качества. Доля использования в этих отраслях более классических технологий (литье в песчано-глинистые смеси ПГС, литье в холоднотвердеющие смеси ХТС) прогнозируется к 2030 году на уровне не выше 20% от всего объема литья.

— Для литейных цехов при металлургических комбинатах и в горнодобывающей промышленности, где в большом объеме используются отливки 1 и 2 группы, более востребованными останутся технологии ПГС и ХТС, при этом суммарная доля использования других технологий составит к 2030 г. порядка 30%.

— Промежуточное положение в плане использования в различных отраслях промышленности будет занимать технология вакуумно-пленочной формовки.

Подобные прогнозы были сформулированы экспертами компании «Современные литейные технологии» на основании масштабного маркетингового исследования, проведенного компанией в период сентябрь – ноябрь 2023 г.

В качестве отдельного сегмента рынка литья, маркетологи «СЛТ» выделяют машиностроительные холдинги, производящие для своих нужд широкий спектр отливок, поскольку в масштабах страны по объему производимой продукции это значимая доля рынка. На сегодняшний день, по данным «СЛТ», обозначенный сегмент предприятий использует весь спектр литейных технологий. При этом львиная доля объема производимых отливок (массовое производство) льяется на автоматизированных линиях ПГС и ХТС. Данная тенденция сохранится в неизменном виде в ближайшие десять лет.

Общим трендом, отмечается в исследовании, в литейной отрасли России является значительный рост спроса на автоматизированные решения вне зависимости от технологий литья. Инженеры «СЛТ» считают, что в ближайший период динамика в сторону автоматизации и снижения ручного труда в литейной отрасли сохранится.

[www.sltgroup.ru](http://www.sltgroup.ru)

## Новинки от отечественного производителя



Рис. 1

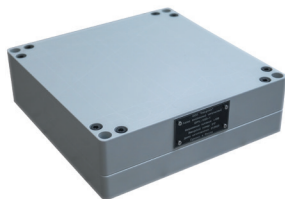


Рис. 2

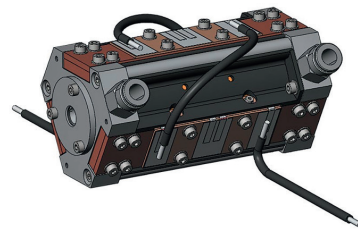


Рис. 3

Компания «Нордлэйз» объявила о выпуске нового продукта — пикосекундного лазера с длиной волны 1550 нм и улучшенными характеристиками (рис. 1), обеспечивающими высокую эффективность и надежность. Его особенности: средняя выходная оптическая мощность до 2 Вт; два варианта длительности импульса (35–100 пс и 0,5–1 нс); пиковая мощность до 100 кВт; одномодовое излучение ( $M^2 < 1,1$ ); компактный металлический корпус. Лазер представляет собой идеальное решение для научных применений, таких как лидары, 3D-сканирование, метрология, определение дальности.

Еще одна новинка — импульсный твердотельный лазер NL-SSL (рис. 2). Это источник импульсного лазерного излучения с возможностью изменения длительности импульса на основе полупроводникового задающего генератора, волоконного предусилителя и выходного твердотельного усилителя. Его ключевые особенности: частота импульсов до 100 Гц, возможность изменения длительности импульсов, энергия в импульсе не менее 100 мДж, возможность регулировки энергии, возможность адаптации параметров по техническому заданию.

Импульсный твердотельный лазер NL-SSL обладает высокой эффективностью и надежностью, что делает его

идеальным выбором для широкого спектра применений: испытательные комплексы для аттестации ЭРИ, зондирование и облучение объектов; лабораторные исследования.

Также компания «Нордлэйз» объявила о разработке импульсных квантронов с диодной накачкой (рис. 3), которые используются для создания высокоэнергетических твердотельных лазеров, работающих как в режиме свободной генерации, так и с модуляцией добротности, а также в усилительных твердотельных каскадах. Ключевые особенности приборов: поперечная накачка активного элемента, эффективное охлаждение и поглощение излучения накачки, возможность использования источников накачки отечественных и иностранных производителей. Основные характеристики: длина волны накачки — 808 нм, мощность накачки: 6000/10000 Вт; максимальная длительность накачки — 300 мкс; частота следования импульсов — < 100 Гц, максимальный коэффициент заполнения импульсов — 3%, активный элемент — Nd:YAG, диаметр активного элемента — 3–6 мм, эффективность запаса энергии — не менее 30%, рабочий ресурс —  $10^9$  импульсов.

<https://nordlase.ru/>

# Пора менять плазму на лазер!



Лазерная обработка материалов:  
оборудование,  
технологии,  
производство

→ Большие размеры – не проблема!

## Широкоформатный 5-осевой станок лазерной 3D-резки серии WALC



### Применение



Мостостроение



Судостроение



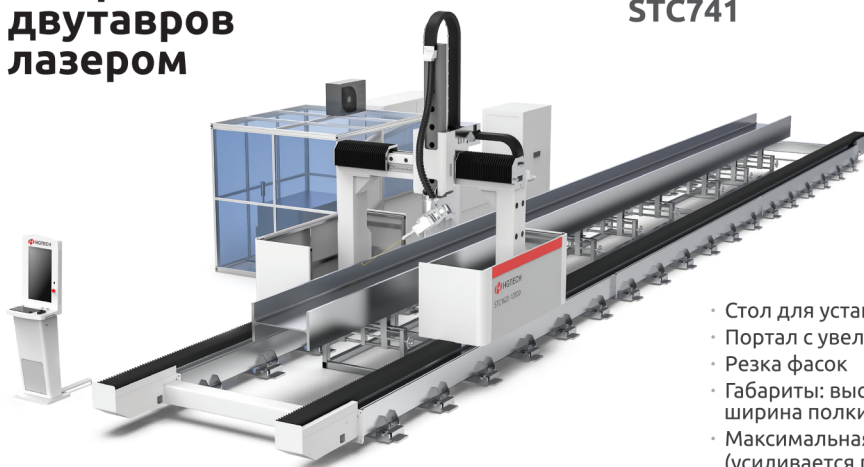
Производство металлоконструкций



Тяжёлое машиностроение

## Новое слово в обработке двутавров лазером

→ Установка обработки тяжелого профиля STC741



- Стол для установки заготовок
- Портал с увеличенной осью Z
- Резка фасок
- Габариты: высота до 1000 мм, ширина полки до 400 мм
- Максимальная масса профиля: 6000 кг (усиливается под требования заказчика)
- Профиль: двутавр, швеллер, профильная труба



АО «ЛЛС» — официальный дистрибьютор компании **HGTECH** на территории РФ и стран СНГ — предлагает наиболее выгодные условия поставки продукции и полную техническую поддержку.

Санкт-Петербург

8 (812) 507 81 00

info@lls-mark.ru

lls-mark.ru

## Умный лазер

Ученые Новосибирского государственного университета и Сколковского института науки и технологий создали обучаемый волоконный лазер с насыщающимся поглотителем на основе ионной ячейки из углеродных нанотрубок, настраиваемый без участия человека.

Было показано, что в таком лазере могут быть получены режимы гармонической синхронизации мод, при которой происходит кратное увеличение частоты повторения им-

пульсов в режиме. Ученые НГУ разработали алгоритм, который обучает систему самостоятельно запускать лазер и находить режимы с высоким порядком гармонической синхронизации.

Самонастраиваемые лазеры могут применяться в металлообработке, машиностроении, системах связи и высокотехнологичной медицине.

<https://nauka.tass.ru>

## Запустили производство лазеров

Ядерный центр им. Забабахина (РФЯЦ — ВНИИТФ) в Трёхгорном запустил в производство новую линейку волоконных иттербиевых лазеров. Первое устройство мощностью 700 Вт южноуральское предприятие «Росатома» отгрузило на Приборостроительный завод Трёхгорного, а базовым заказчиком, также получившим уже два лазера, выступил топливный дивизион госкорпорации — АО «ТВЭЛ».

Разработанная линейка включает в себя приборы мощностью 200, 400, 700 и 1000 Вт, которые могут применяться в 3D-принтерах для аддитивных технологий, станках для обработки металлов и неметаллов, а также в научных исследованиях. В планах до конца года осуществить отгрузку еще трех изделий, до 2025 г. — не менее 30 единиц техники.

<https://chel.dk.ru/>



## Лазерный комплекс для генеральной уборки

В Корсакове в рамках федерального проекта «Генеральная уборка» стартовали работы по утилизации затонувших судов при помощи новейшей российской мобильной лазерной установки. Мощный 20-киловаттный лазерный луч, как сквозь масло, разрезает заржавевшее корабельное железо. По словам разработчиков, аналогов данной установке нет ни на российском, ни на мировом рынках.

За разработку «технологии будущего» отвечал институт инновационных и термоядерных исследований АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», входящий в госкорпорацию «Росатом». Заказчиком ее поставки на Сахалин выступила российская компания, выполняющая морские инженерные изыскания и осуществляющая работы по подъему затонувших кораблей Tazmar Maritime.

На Сахалине лазерный комплекс будет применяться для распиливания крупных деталей конструкции кораблей в труднодоступных местах (по условиям госконтракта Tazmar Maritime за два года на Сахалине предстоит утилизировать 16 судов). Удобство его использования очевидно: находящийся на берегу лазер может доставать до целей, расположенных на расстоянии до 300 метров, а также выполнять резку металла под водой. Приспособляемость и универсальность лазерной установки заключается не только в сравнительно небольших габаритах: всего два десятифутовых контейнера, оперативно перемещающихся при помощи любого вида транспорта, но и в возможности выбора источника питания. Она может работать как от дизель-генератора, так и от электрической сети.



Фото: <https://citysakh.ru>

И это не единственная область применения данного лазерного комплекса. Комплекс использовался при ликвидации аварий на нефтегазовых месторождениях. В начале 2023 года его испытали на Ангарском электролизном химическом комбинате (АО «АЭХК»), где он бесконтактно рассекал выводимые из эксплуатации газодиффузионные машины. В ноябре этого года он впервые использовался для ликвидации разлива нефтепродуктов. Испытания прошли у берегов Сахалина в акватории Охотского моря.

<https://citysakh.ru>, <https://strana-rosatom.ru>

## Меры господдержки

### Постановление от 21 декабря 2023 года № 2201.

Предприятия станкоинструментальной промышленности смогут на льготных условиях получать гарантии или поручительства на кредиты и исполнение контрактов. Благодаря такой мере будет снижена финансовая нагрузка на представителей отрасли.

Ставка по кредитным поручительствам составит 1% годовых размера обеспечиваемых обязательств, по поручительствам на обеспечение исполнения контрактов или обеспечение заявок на участие в закупке — до 0,6% годовых суммы гарантии.

Поручительства будет выдавать «ВЭБ.РФ». В конце октября на субсидирование этой программы из резервного фонда правительства было выделено 3 млрд рублей.

### Постановление от 14 декабря 2023 года № 2140

Председатель правительства Михаил Мишустин подписал постановление о продлении действующего моратория на проверки бизнеса до конца 2024 года. Решение принято по поручению президента России. Исключение, как и в 2023 году, будет сделано для объектов, отнесенных к категориям чрезвычайно высокого и высокого риска, для проверок, которые проводятся контрольными органами в случае угрозы жизни и здоровью граждан, безопасности страны, а также на основании индикаторов риска нарушения обязательных требований. Подписанным документом внесены изменения в постановление правительства от 10 марта 2022 года № 336.

<http://government.ru/news/>

## Цифровая трансформация станкостроения

Институт статистических исследований и экономики знаний ВШЭ назвал топ-7 основных направлений цифровой трансформации станкостроения. В первую очередь это **автоматизация производственных процессов** и внедрение интеллектуальных систем, конечным этапом которых станет безлюдное производство, а операторы займутся функциями управления. **Периферийные вычисления** позволяют снизить объем поступающей на станок информации и обходить ограничения в мощностях. Перенос операций по их обработке на удаленные сервера оптимизирует нагрузку на оборудование. **Промышленные роботы** упрощают обслуживание станков, замещая их функции.

**Аддитивные технологии** скоростного производства значительно увеличивают производительность и многофункциональность станков. **Алгоритмы глубокого обучения** тоже повышают качество производства. Например, мониторинг производства позволяет выявлять бракованную продукцию. **Лазерное оборудование** дает возможность выполнять все более сложные и высокоточные процессы. Переход на **оборудование с ЧПУ** позволяет внедрить приложения дополненной реальности для считывания информации в формате 3D.

<https://nn.tsargrad.tv/>

- Сверхпрочная конструкция с направляющими скольжения
- Всегда двигаемся вперед
- Превосходная производительность
- Максимальные производственные возможности
- Все машины разработаны и изготовлены на ТАЙВАНЕ

GSM всегда предлагает надежную поддержку и сервис

Вертикальный фрезерный станок с ЧПУ

GSM-1510S

GSM-3000S

**GENG-SHUEN CO., LTD.**

E-mail: [genshu@ms55.hinet.net](mailto:genshu@ms55.hinet.net) <https://www.gsm-cnc.com.tw>

## Объемы вырастут в два раза

Концерн «Калашников» выполнил с опережением обязательства по контракту на изготовление высокоточных шпинделей, заключенному с крупным российским холдингом. Партия в количестве 26 штук успешно сдана дивизионом станкостроения. Производство шпинделей, которые являются критичными деталями для отечественной промышленности, ижевский завод освоил в этом году. Пакет контрактов на следующий год говорит о значительном увеличении спроса на гражданскую продукцию концерна: объем станкостроительного производства предприятия в 2024 году вырастет в два раза к уровню 2023 года.

Нынешний год принес концерну первые доходные договоры на проектирование, изготовление и поставку шарико-винтовых передач. Дополнительно был запущен новый участок по капитальному ремонту и модернизации оборудования с числовым программным управлением, успешно сдана первая партия из пяти станков. Заключены договоры на ремонт штамповой оснастки на гибридном станке IZH-600.



Острым остается вопрос набора персонала при увеличении плана производства, эту задачу «Калашников» начинает самостоятельно решать с помощью обучения кадров в собственной школе производственного обучения. Сегодня предприятие — единственный официальный производитель высокоточных универсальных станков серии 250 ИТВМ, в том числе моделей с ЧПУ, на территории Российской Федерации.

[kalashnikovconcern.ru](http://kalashnikovconcern.ru)

## Инновационные технологии

Ротационная сварка трением является перспективным методом соединения деталей при изготовлении ротора турбины. Инженеры «ОДК-Сатурн» разработали и внедрили эту технологию для определенного типа двигателей взамен электронно-лучевой сварки. Новый способ обеспечивает получение качественного сварного соединения, значительно уменьшает трудоемкость и цикл изготовления деталей, способствует выполнению увеличивающейся производственной программы по серийному изготовлению газотурбинных двигателей.

Гибридная аддитивная штамповка объединила в один технологический процесс классическую штамповку и аддитивный метод селективного электронно-лучевого сплав-

ления. Используя этот метод, по математической модели аддитивным способом изготавливают фасонированную заготовку, штампуют ее в изотермических условиях и в результате получают штампованную заготовку без припуска, с минимальной степенью дальнейшей механообработки. Новая технология позволяет существенно сократить сроки и стоимость получения первых годных деталей на стадии ОКР и сохранить экономический эффект при внедрении в серийное производство деталей практически любой сложности.

Данные технологии были отмечены на конкурсе «Авиастроитель года – 2023».

[www.uecrus.com](http://www.uecrus.com)

## «Приоритет-2023»

28 ноября в Общественной палате РФ назвали лауреатов национальной премии в области промышленных технологий «Приоритет-2023». В зале собрались номинанты из сорока регионов России. Из почти двухсот претендентов победили 32 компании. По темам проектов в области станкостроения, промышленных технологий, перевооружения предприятий хотелось бы отметить следующие номинации и победителей:

- «Комплексная реализация инноваций в промышленности» — Департамент инвестиционной и промышленной политики города Москвы за формирование промышленных кластеров на базе ОЭЗ «Технополис «Москва»

- «Цифровизация производства» — Магнитогорский металлургический комбинат за запуск информационной системы предиктивной аналитики качества продукции, ГК «Цифра» за автоматизированную информационную систему «Диспетчер»;

- «Станкостроение» — ООО «СТАН» за разработку обрабатывающего центра модели VMB55 и ООО НПЦ

- «Лазеры и аппаратура ТМ» за разработку станка пятикоординатной обработки: резки, просечки и абляции СЛП1520;

- «Аддитивные технологии» — АО «ОДК-Авиадвигатель» за разработку технологии восстановительного ремонта лопатки из жаропрочного никелевого сплава ЖС32 турбины высокого давления газотурбинного двигателя и ООО «РусАТ» за технологию изготовления фрагмента выгордки внутрикорпусного устройства водо-водяного энергетического реактора;

- «Судостроение» — АО «Центр технологии судостроения и судоремонта» за проект «Строительство, реконструкция и техническое перевооружение (глубокая модернизация) производственных мощностей АО «Онежский судостроительно-судоремонтный завод»;

- «Импортозамещение» — АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина» за реализацию проекта «Керамическая термостойкая оснастка для установок получения металлических порошков, используемых в аддитивной технологии.

<https://prioritetaward.ru>



## Амбициозные планы

Петербургская компания «ТД «Гефест» налаживает импортозамещающее производство многофункциональных лазерных роботизированных комплексов под маркой SEKIRUS. Комплексы с числовым программным управлением предназначены для лазерной сварки, наплавки, резки и очистки металла. Общие инвестиции в проект составили 106 млн рублей, из которых 51 млн рублей предоставил в виде льготного займа федеральный Фонд развития промышленности (ФРП). Льготное финансирование позволило открыть новый производственный цех и увеличить штат инженеров. В ходе реализации проекта создано 40 новых высокопроизводительных рабочих мест.

«Новый роботизированный комплекс разработан инженерами компании и может работать со скоростью до 5 раз быстрее, чем при традиционной сварке, при этом работая круглосуточно и с одинаковым качеством сварных соединений», — рассказал генеральный директор ООО «ТД «Гефест» Андрей Гринев. Среди его преимуществ — простота эксплуатации, минимальная деформация металла при сварке, красивый прочный сварочный шов и минимальное количество расходных материалов. Волоконный лазер стабилен в работе и экономически выгоден, при этом не требует сложного технического обслуживания. Один из важных элементов роботизированного комплекса — чиллер, т.е. система охлаждения элементов лазерного источника, который разработан специалистами компании «ТД «Гефест» и запатентован.

Лазерными комплексами SEKIRUS управляют контроллеры, при создании которых инженеры компании предусмотрели возможность интеграции с большинством средств автоматизации любых производителей — промышленными и коллаборативными роботами, различными манипуля-



Фото: ООО «ТД «Гефест»

торами, позиционерами, вращателями с ЧПУ и без него. Универсальность контроллера позволяет использовать комплекс для лазерной наплавки с использованием порошка или проволоки, лазерной резки, гибридной (дуговой полуавтомат и лазер) и лазерной сварки.

Основные покупатели роботизированных комплексов — предприятия автомобилестроения, приборостроения, машиностроения и атомной промышленности, производители медицинского и лабораторного оборудования, оборудования для пищевой промышленности, упаковочного оборудования и др.

По данным компании, отечественные производители занимают менее 5% российского рынка роботизированных комплексов для лазерной сварки, резки, наплавки и очистки металлов. Предприятие после выхода на проектную мощность сможет выпускать до 36 комплексов в год и намерено занять до 9% рынка, частично потеснив импорт.

<https://frprf.ru>



**РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ**

ЛАЗЕРЫ • РОБОТЫ • СТАНКИ ЧПУ

- Роботизированные комплексы для лазерной резки, сварки и наплавки металлов
- Чиллеры водяного охлаждения для лазеров
- Аппараты ручной лазерной сварки
- Аппараты лазерной очистки



тел.: 8 800 600 11 16  
(бесплатно по РФ)  
e-mail: info@sekirus.com

## Масштабный инвестпроект



Правительство Петербурга на рабочем совещании с губернатором Александром Бегловым впервые одобрило реализацию масштабного инвестиционного проекта —

расширение производства установок лазерной резки в компании «Морсвязьавтоматика», сообщили в пресс-службе Смольного.

«Речь идет о развитии отечественного станкостроительного предприятия. Плата для него на период строительства составит один рубль за один квадратный метр», — отметил губернатор в ходе рабочего совещания с членами городского правительства.

Статус масштабного инвестиционного проекта подразумевает инвестиции не менее 350 млн рублей в создание обрабатывающего производства в срок до пяти лет.

<https://newskolpino.ru/>

## Рекордный интерес к аддитивным технологиям

1 декабря 2023 года, в преддверии Дня работников, связанных с 3D-индустрией, воронежский «Центр технологической компетенции аддитивных технологий» (АО «ЦТКАТ») провел шестую ежегодную международную конференцию «3DKонЦентрАТ» по импортозамещению с применением комплексного реверс-инжиниринга и аддитивных технологий в различных сферах производства. В этом году организаторами выступили АО «ЦТКАТ», Министерство промышленности и транспорта Воронежской области, Воронежский государственный технический университет, Томский государственный университет и Ассоциация развития аддитивных технологий.

Мероприятие состоялось в очном формате и впервые длилось два дня. Первый день, 30 ноября Томский государственный университет на производственной базе АО «ЦТКАТ» провел «Школу молодых учёных» на тему «Перспективные материалы и передовые производственные технологии», где ведущие отраслевые ученые страны озвучили современные тенденции в области фундаментального и прикладного материаловедения, а также проблемы передовых производственных технологий. Второй, основной день конференции прошел в бизнес-инкубаторе имени профессора Ю.М. Борисова.

В ходе конференции прозвучали тридцать пять докладов. Участники конференции обсудили вопросы, связанные с аддитивными технологиями, применением 3D-принтеров, новинками исследований и разработок,



импортозамещением в машиностроении, а также успешные бизнес-кейсы. Эксперты в области аддитивного производства рассказали о новом перспективном оборудовании, материалах, применяемых в 3D-печати, актуальных технологиях и многом другом.

Помимо российских спикеров опытом внедрения 3D-технологий поделились эксперты из Китая и Белоруссии. Представители крупных промышленных предприятий, таких как АО «Силловые машины», «Газпромнефть», «Сибур», «НПО Машиностроения», «Полема» и других рассказали об использовании аддитивных технологий как рабочего инструмента для решения производственных задач.

Всего в конференции приняло участие более 200 специалистов и экспертов со всей страны, что является рекордом для данного мероприятия и говорит о растущем интересе к сфере 3D-технологий.

На конференции прошли два конкурса — на лучший доклад и лучший вопрос от участников. Победители были определены путем голосования в Telegram-канале ЦТКАТ и награждены 3D-печатными сувенирными кораблями «Гото Предестинация».

Седьмая международная конференция по практическому применению аддитивных технологий в различных сферах производства «3DKонЦентрАТ» ориентировочно запланирована непосредственно на 3 декабря 2024 года — во всемирный день работников, связанных с 3D-технологиями!

<https://3d-made.com/>



## Новый станок в разработке

На Воткинском заводе ведутся опытно-конструкторские работы по созданию пятикоординатного станка VM700. Он станет одним из самых сложных изделий среди своих собратьев, когда-либо спроектированных и изготовленных на предприятии. Разработка идёт в рамках диверсификации производства. Об этом сообщила пресс-служба предприятия.

Данный фрезерный обрабатывающий центр с диаметром стола 630 мм позволит изготавливать за один установ детали сложной конфигурации.

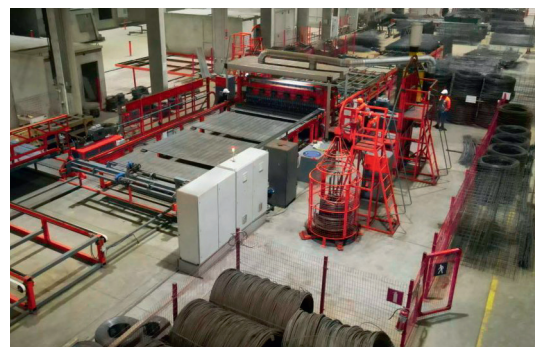
<https://stanki-expo.ru/>

## Проект строительства завода поддержан

ООО «Центр машиностроения и металлообработки «Роден» представило на инвестиционный совет Новосибирской области проект завода по производству оборудования контактной сварки для арматурных цехов заводов ЖБИ и ДСК.

Проект предполагает строительство на территории Новосибирска завода полного цикла. Сегодня предприятие работает на арендованной у Новосибирского инструментального завода площадке в 3000 кв метров, и данные мощности не могут обеспечить существующий спрос на оборудование.

В рамках инвестпроекта «Роден» планирует построить производственный комплекс площадью 15 тысяч квадратных метров. В год на площадке планируется выпускать до 150 единиц оборудования. Запуск первой очереди запланирован на 2025 год, всего комплекса — на 2028 году, а выход на проектную мощность — на 2029 год. Объем инвестиций в проект — 700 млн рублей. Из них 29% — собственные средства компании, 71% — заемные ресурсы. В ходе реализации проекта будет создано 110 рабочих мест.



Все комплектующие для станков предприятие производит самостоятельно. В компании выстроена цепочка от разработки конструкторской модели до запуска в производство. Аналогов новосибирскому предприятию сегодня нет ни в России, ни в странах СНГ.

<https://infopro54.ru>

## Активный рост



«В 2023 году компания «ЛАССАРД» значительно нарастила мощности — производственная площадка выросла в пять раз, что позволило на 200% увеличить количество выпускаемого оборудования и создать 140 рабочих мест. Было произведено 60 лазерных станков. Товарная линейка сегодня включает свыше 200 единиц изделий — за год ассортимент вырос на четыре модели», — рассказал министр правительства Москвы, руководитель Департамента инвестиционной и промышленной политики Владислав Овчинский.

На производстве площадью около четырех тысяч квадратных метров предприятие разрабатывает и выпускает лазеры, лазерные системы, оптомеханические изделия и оптические столы. В числе новинок года — порталная установка очистки, пятиосевой станок лазерной резки для работы с керамикой, лазерный станок с системой для обработки труб и лазерный гравер с ленточным транспортером.

## «СТАН» расширяется

В экономической зоне «Липецк» появится станкостроительный завод. Об этом Ростех сообщает в своем телеграм-канале. Открытие нового предприятия запланировано в первом полугодии 2024 года. Там будут делать шлифовальные станки с числовым программным управлением — круглошлифовальные и плоскошлифовальные с прямоугольным столом.

За первый год работы завод выпустит 57 станков. Полная проектная мощность предприятия в год — 160 единиц

оборудования. Такое количество производство достигнет к 2030 году. Как отмечает пресс-служба госкорпорации, липецкие станки превзойдут конкурентов по техническим характеристикам. Оператором проекта станет дочерний холдинг «СТАН» под управлением «РТ-Капитал». В производство планируют инвестировать более 300 миллионов рублей.

<https://vesti-lipetsk.ru/>

## Аддитивные технологии в России

«Российская газета», опираясь на данные из исследования Ассоциации развития аддитивных технологий (АРАТ), подготовила аналитическую статью о текущей ситуации отрасли аддитивных технологий (АТ) в России.

Российский рынок 3D-печати растет на 20–23% в год. По данным Ассоциации развития аддитивных технологий (АРАТ), сегодня он составляет около 6 миллиардов рублей: объем рынка оборудования и комплектующих для 3D-печати оценивают в 2,5 миллиарда рублей, услуг 3D-печати — в 2,3 миллиарда, объем рынка материалов — в 1,2 миллиарда рублей. К 2030 году он должен подрасти до 23 миллиардов рублей. Для сравнения — глобальный объем

рынка АТ на конец прошлого года составляет 18 миллиардов долларов. Отрасль трехмерной печати станет одним из драйверов технологического суверенитета и ускоренного импортозамещения в России уже в среднесрочной перспективе, отмечают эксперты.

Основные потребители АТ в России по-прежнему авиация, космическая отрасль, машиностроение, медицина. Авиационная промышленность и энергетика занимают около 40% рынка. Среди новых пользователей АТ — нефтегазовая отрасль, автомобилестроение, строительство.

<https://aatd.ru/>

## Открытие центра

16 ноября в Самарском университете им. Королёва состоялось открытие Технологического центра аддитивного производства, который войдет в создаваемую в России Национальную сеть технологических центров аддитивных и сопутствующих технологий. Это второй подобный центр в нашей стране, первый был открыт в ноябре 2022 года на базе Технологического университета им. Леонова в городе Королёве Московской области.

Основное оборудование центра на данный момент — установка прямого лазерного выращивания «ИЛИСТ-L», разработанная и изготовленная в Институте лазерных и сварочных технологий Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. Установка рассчитана на работу с жаропрочными сплавами, нержавеющей и высокопрочными сталями, позволяет изготавливать крупногабаритные детали диаметром до 1300 мм, высотой до 600 мм и весом до 500 кг, при этом производительность выращивания — до 2,5 кг/ч.

В настоящее время специалисты центра отработывают комплексные технологии аддитивного производства деталей и узлов горячей части перспективных газотурбинных двигателей на базе технологий селективного лазерного сплавления и прямого лазерного выращивания. Часть деталей в университете по новым технологиям уже изготов-



лены и прошли предварительные испытания в составе узла малоэмиссионной камеры сгорания, например, внутренний кожух камеры сгорания газотурбинного двигателя НК-36СТ разработки «ОДК-Кузнецов», широко используемого в нашей стране в составе газоперекачивающих агрегатов. Кроме этого, в центре изготавливаются заготовки деталей малоразмерной газотурбинной установки — турбогенератора малой мощности для нужд распределенной энергетики, малоразмерного газотурбинного двигателя тягой 20 кгс.

<https://ssau.ru/>



Фото: АО «Лазерные системы»

## Новый этап развития

Компания «Лазерные системы» открывает Центр аддитивных технологий (ЦАТ) на базе собственной производственной площадки на территории особой экономической зоны «Санкт-Петербург» в Стрельне. Запуск запланирован на весну 2024 года. Центр станет одним из самых крупных в Северо-Западном регионе.

ЦАТ будет представлен линейкой высокотехнологичных 3D-принтеров для печати деталей сложных геометрических форм металлическими порошками. Одна из важных задач центра — повысить доверие российских компаний к отечественному инновационному оборудованию и популяризовать наукоемкие технологии. Для этого будет создана испытательная лаборатория, где можно будет вырастить, испытать, проверить и аттестовать тестовый образец. Будут проводиться ознакомительные экскурсии и предлагаться образовательные программы.

<https://sanktpeterburg.bezformata.com>

## СЕГОДНЯ РОСТ. А ЧТО ЗАВТРА?

*Уходящий год принес небывалый объем заказов российским станкостроителям. Журнал «РИТМ машиностроения» располагает эксклюзивной на данный момент информацией об итогах производственной деятельности предприятий станкостроительного комплекса и КПО, а также производителей инструмента за девять месяцев 2023 года. Редакция признательна президенту ассоциации «Станкоинструмент» Георгию Самодурову за предоставленную информацию и комментарий к ней.*

### СТАНКОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

При подготовке отчета учитывались показатели производственной деятельности 31 станкозавода отрасли. За 9 месяцев выпущено товаров и услуг на 8582 127 тыс. рублей. Таким образом, рост составил 141,3 % к соответствующему периоду 2022 г.

Металлорежущих станков было выпущено на сумму 6988 017 тыс. рублей, в стоимостном выражении рост составил 140,6 %. Объем производства станков с ЧПУ составил 5390 194 тыс. рублей, рост 172,4 %. Рост выпуска станков с ЧПУ обусловлен повышением спроса на отечественную продукцию и реализацией возможностей комплектации за счет параллельного импорта из недружественных стран и ввозом китайских комплектов систем ЧПУ.

Число занятых по комплексу составило 4 110 человек. Динамика изменения численности комплекса к соответствующему периоду 2022 года составила + 217 человек, или прирост в 5,6%.

#### Тройка лидеров по общему объему производства:

- ОАО «САСТА» — 1 949 381 тыс. рублей.
- АО «СтанкоМашКомплекс» — 1 467 065 тыс. рублей.
- ООО «Станкозавод ТБС» — 643 440 тыс. рублей.

#### Тройка лидеров по общему выпуску станков:

- ООО «СтанкоМашСтрой» — 272 станка.
- АО «СтанкоМашКомплекс» — 198 станков.
- ООО «ЛСП» — 111 станков.

#### Тройка лидеров по общему выпуску станков с ЧПУ:

- АО «Станкомашкомплекс» — 198 станков.
- ОАО «САСТА» — 85 станков.
- ООО «Униматик» — 58 станков.

Ассоциация в своем документе отмечает предприятия, освоившие выпуск новых видов продукции. Это ООО «СтанкоМашСтрой» (г. Пенза) со станком СТ16А18; ООО «Шлифовальные станки» (г. Москва) со станком SXS 512-ТС; ООО НПО «Станкостроение» (г. Стерлитамак) с 5-координатным сверлильно-фрезерно-расточным станком 1000VBF. ООО «Владимирский станкостроительный завод «Техника» освоил выпуск многокоординатных круглошлифовальных станков класса точности С моделей КШ, а также специального 5-координатного фрезерного станка с УЧПУ. ООО «Станкозавод «ТБС» представил рынку тяжелый горизонтально-расточный станок ПР522МФ4.

### ПРЕДПРИЯТИЯ КПО

Статистика приведена по показателям производственной деятельности 9 предприятий. За 9 месяцев общий объем производства товаров и услуг составил 11 516 260 тыс.

рублей, что означает темп роста 138,8% к соответствующему периоду 2022 г.

Кузнечно-прессового оборудования произведено на сумму 5559 123 тыс. рублей, что составляет рост в 135,9 %. Литейных машин выпущено на сумму 1 527 924 тыс. рублей, что соответствует росту в 186,1 %. Таким образом, общий объем производства КПО и ЛМ составил 7 087 047 тыс. рублей, что соответствует темпу роста по комплексу в 144,3 %. Число занятых по комплексу составило 5 024 человек.

Изменение численности составило +206 человек в численном выражении или прирост в 4,3 %. Месячная выработка на одного сотрудника по комплексу составила 254 694 рубля, что составляет 133,1 % по сравнению с аналогичным периодом 2022 года. Среднемесячная зарплата при этом составила 54 655 рублей.

#### В тройку лидеров по общему объему производства вошли:

- ОАО «Тяжпрессмаш» (Рязань) — 5 423 703 тыс. рублей.
- ОАО «Гидропресс» (Оренбург) — 2 234 416 тыс. рублей.
- АО «Электромеханика» (Ржев) — 1 176 792 тыс. рублей.

Наибольший рост выпуска товаров и услуг и общего выпуска КПО показало ОАО «Гидропресс» — 1698 % и 1472 % соответственно; наибольший рост выпуска ЛМ и прочего оборудования показало АО «Электромеханика» — 450 %.

Ассоциация отметила в отчете АО «Электромеханика», освоившее выпуск перспективного оборудования для аддитивного производства, автоматизированных сварочных комплексов, установок для нанесения жаростойких, эрозионностойких и износостойких покрытий. ОАО «Гидропресс» произвело гидропресс для пакетирования асбеста ДБ 8225 усилием 300 кН; горизонтальный гидропресс модели 3936 усилием 4000 кН; гидравлический пресс усилием 800 кН.

### ИНСТРУМЕНТ, ТВЁРДЫЕ СПЛАВЫ И РЕДУКТОРЫ

Статистика базируется на показателях 20 предприятий подотрасли без предприятий алмазного и абразивного инструмента.

За 12 месяцев 2022 года отгружено продукции на сумму 12 млрд 557 млн 773 тыс. руб., что составило 87,1 % относительно 2021 года. За 9 мес. 2023 года отгружено продукции на сумму 14 млрд 425 млн 554 тыс. руб. Темп роста к соответствующему периоду 2022 года в текущих ценах составил 153,7 %. Положительный темп роста имеют 19 предприятий из 20 (95 %).

#### Выпуск продукции за 6 месяцев 2023 года характеризуется следующими показателями:

- Metallорежущего инструмента 12 предприятиями выпущено на 4 млрд 256 млн 15 тыс. руб., или 188,3 %

к 9 месяцам 2022 г., в том числе твердосплавного инструмента — на 3 млрд 656 млн 16 тыс. руб. (171,1 %).

- Слесарно-монтажного инструмента 3 предприятиями выпущено на сумму 1 млрд 137 млн 501 тыс. руб. (137,7 %).

- Выпуск измерительного инструмента оценивается в 202 млн 199 тыс. руб. (151 %).

- Твердых сплавов на основе вольфрама 2 предприятиями выпущено на сумму 7 млрд 771 млн 973 тыс. руб. (157 %).

- Редукторов 2 предприятиями выпущено 3717 шт. на сумму 1,8 млрд (176,1 %).

### СЛОВО ПРЕЗИДЕНТУ АССОЦИАЦИИ «СТАНКОИНСТРУМЕНТ»



**Георгий Васильевич, о каких тенденциях в российском станкостроении говорят публикуемые сегодня итоги 9 месяцев его работы?**

Статистика говорит о том, что внутренний рынок потребления продукции станкостроительных заводов значительно вырос и продолжает расти. Особенно радует, что активно растет запрос на поставку со-

временной продукции. Выпуск современного высокотехнологического оборудования, такого, как обрабатывающие центры и станки с ЧПУ, идет более высокими темпами, чем выпуск других видов оборудования. Это означает, что у заказчиков растет запрос на высокотехнологичную продукцию, на более производительное и автоматизированное оборудование, что не может не радовать.

Мы видим, что относительно предыдущего года идет увеличение объемов выпуска инструмента, и тоже опережающими темпами, что тоже свидетельствует об интенсификации производства на предприятиях-потребителях. Некоторые инструментальные заводы перешли на трехсменный режим работы, и даже есть предприятия, которые работают в режиме 24/7. Отметил бы еще одну тенденцию — значительный рост потребности в твердосплавном инструменте. Мы четко понимаем, что технологии, заложенные в самое прогрессивное оборудование — ОЦ и станки с ЧПУ, в 75 % случаев требуют использования твердосплавного инструмента. Растет объем заказов, растет загрузка предприятий, и экономически предприятия чувствуют себя значительно лучше. Все это очень важно.

Но, говоря об этих позитивных тенденциях, я отметил бы еще один момент, который у многих пока не звучит, но для нас он достаточно очевиден. То, что заказы принимают уже на первый квартал 2025 года, а иногда и еще дальше, говорит о том, что, скорее всего, мощности предприятий, которые производят металлообрабатывающее оборудование, достигают своего максимума, и мощности надо наращивать. Это вопрос непростой, я бы даже сказал: больной, потому что совершенно естественным образом возникает вопрос: а как долго будет продолжаться этот период высокого спроса? Ответить на этот вопрос сегодня крайне сложно. И я считаю, что один из возможных ответов должен содержаться в федеральном законе о технологической политике, скорейший выход которого совершенно необходим. Подчеркну: не промышленной политике, а именно о технологической политике. Закон непростой,

в первых числах ноября его анонсировал первый зампред правительства РФ Андрей Белоусов. Этот закон дает ответы на многие вопросы, которые важны для реальных предприятий, их руководителей, собственников.

**Три стратегии развития станкостроения уже были. После известных событий многие их положения нуждаются в корректировке. С начала 2023 года станкостроители — в ожидании принятия федеральных проектов развития станкоинструментальной промышленности и развития производства средств производства. Что тормозит их принятие и как это отражается на станкоинструментальной отрасли?**

В конце ноября президент подписал федеральный бюджет, в котором в том числе содержится государственная программа «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». В рамках этой программы есть федеральный проект «Развитие производства средств производства». В первую очередь это как раз станкоинструментальная отрасль. Важные для станкостроителей вопросы уже нашли отражение в реальных документах. Поэтому самый главный сейчас вопрос, требующий скорейшего решения, — это разработка паспорта федерального проекта развития производства средств производства. Паспорта пока нет, и это негативно может сказываться на всех, потому что бюджетное финансирование начинается с 1 января.

**В ФЕДЕРАЛЬНОМ ПРОЕКТЕ «РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА СРЕДСТВ ПРОИЗВОДСТВА» НА 2024 ГОД И НА ПЛАНОВЫЙ ПЕРИОД 2025–2026 ГГ. ЗАЛОЖЕНО ОКОЛО 200 МЛРД РУБЛЕЙ, ПОЭТОМУ ПАСПОРТ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА ДОЛЖЕН ВЫЙТИ КАК МОЖНО БЫСТРЕЕ.**

Паспорт мы рассматриваем как документ, в котором поставлены цели, задачи, этапы развития, финансирование под каждый этап, конкретные исполнители по каждому этапу, планируемые результаты внедрения тех или иных мероприятий. Это должен быть целостный документ, в котором были бы прописаны все действия государства, органов исполнительной власти, а также экспертов, представителей станкостроительного сообщества, которые обязательно должны быть привлечены к разработке этого документа. К сожалению, пока этого документа нет. И второй момент. Вы упомянули предыдущие стратегии, в частности, стратегию, принятую в 2020 году. Да, они принимались в других условиях, но тогда нужно увязать стратегию развития станкостроительной отрасли на период до 2030–2035 гг. с новой государственной программой и федеральными проектами. Это тоже большой и важный вопрос, который должен был быть реализован еще в первом-втором квартале 2023 года. Так что над этим тоже нужно работать.

**Правительство намерено финансово поддержать отрасль, выделяются большие деньги. Какие задачи будут решаться на бюджетные деньги в первую очередь?**

В бюджете прописано около десятка направлений, которые должны, по словам Михаила Мишустина, создать новый облик станкостроения. Говоря о конкретных вещах, которые там прописаны, отмечу, что сделан подход к решению проблемы оборотных средств у предприятий.

Выделяются субсидии, чтобы кредитные ресурсы были доступны хотя бы в пределах 5–7 %, а не те, что сегодня у коммерческих банков можно взять под 18–21 %. Это жизненно важный вопрос для отрасли с длинным циклом производства. Станок строят 9–12, а иногда и 18 месяцев, и без оборотных средств работать невозможно. Частичное решение проблемы оборотных средств через субсидирование процентных ставок — это большое дело. Предполагается, что целый ряд вопросов будет решаться через Фонд развития промышленности. Это инструмент, которым десятки предприятий уже пользовались, но сейчас предусмотрено, что механизмы ФРП будут еще более доступными для станкостроителей. В частности, предусмотрена возможность досрочного погашения некоторых займов из ФРП. Я бы отметил также поддержку НИОКР.

ЕСТЬ ПОНИМАНИЕ МЕХАНИЗМОВ СУБСИДИРОВАНИЯ ЗАТРАТ НА НИОКРОВСКИЕ ТЕМЫ, НО ЕЩЕ ТРЕБУЮТ ПРОЯСНЕНИЯ ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ НИОКРОВСКИХ ТЕМ.

Нельзя снимать со счетов научное обеспечение отрасли через фундаментальные научные исследования со стороны РАН. Еще я отметил бы вопросы разработки отраслевых стандартов, создания испытательных центров, кадров. Я не ранжирую эти задачи по степени значимости, просто называю их в порядке перечисления. Есть еще целый ряд моментов, связанных с поддержкой станкостроительных предприятий со стороны региональных структур.

Один из итогов уходящего года — появление на выставочном рынке станкоинструментальной выставки «РИМТОС», которую ассоциация провела в октябре. Как вы оцениваете ее результаты и, главным образом, как видите ее перспективы?

Результаты должны оценивать не организаторы, а участники, и многие из них оценили выставку очень позитивно, хотя она была компактной, 3500 кв м. Участники довольны большим количеством посетителей-профессионалов. Согласно регистрации, выставку посетили представители более 1000 различных предприятий и организаций России. Кроме того, оказалось, что небольшая выставка тоже имеет свои преимущества. Если посещение больших выставок похоже на спринтерский забег, то здесь была возможность неспешного, обстоятельного разговора по поводу продукции и ее поставки. Надо сказать, что активность посетителей тоже говорит о состоянии отрасли. Выставка показала: предприятиям есть что предложить, посетителям есть что поискать. На мой взгляд, эта обоюдная активность говорит, что на рынке недостаточно мероприятий, которые дают ответы на актуальные для предприятий вопросы. И еще один важный момент. Я считаю позитивным процессом усиление конкуренции выставок одной тематики. Любая конкуренция заставляет постоянно заботиться о повышении качества мероприятия, активизируя внимание со стороны органов исполнительной власти, которые по своему статусу и обязаны создавать условия для конкуренции.

Думаю, история и конкуренция всех рассудят.

Зинаида Сацкая



## НАШ 2023 ГОД

Традиционно в декабрьском номере редакция журнала «РИТМ машиностроения» публикует результаты опроса компаний и организаций по итогам уходящего года.

2023 год не был простым для станкоинструментальной отрасли, тем не менее он пополнил портфели заказов предприятий, дал новые векторы для развития, поставил конкретные технологические и организационные задачи, стал проверкой для новых партнеров, был ознаменован достижениями.

## УСПЕШНОЕ РАЗВИТИЕ



Михаил Родин,  
владелец компании  
«НПО «3D-Интеграция»

2023 год был непростым, но для нас очень значимым и важным годом — нам удалось значительно повысить все наши показатели по сравнению с 2022 годом, и все это благодаря правильному стратегическому планированию, выбранной тактике и, конечно же, профессиональной команде.

Вопреки сложному и нестабильному времени, при поддержке Правительства Москвы мы открыли нашу производственную площадку — «Московский цифровой завод», который включает в себя:

- производство и локализации промышленных 3D-принтеров;
- центр импортозамещения полного цикла по оказанию услуг 3D-печати и 3D-сканирования;
- совместное российско-китайское предприятие по производству промышленных 3D-принтеров FHZL для печати литейной оснастки.

С учетом значительного роста компании в целом нам удалось в ускоренном режиме подобрать в нашу команду большое количество новых специалистов в различные отделы, и благодаря разработанным собственным программам по подготовке кадров мы оперативно подготовили сотрудников для выполнения задач. Особенностью нашей команды является хорошая атмосфера и взаимоподдержка сотрудников внутри коллектива.

В 2023 году мы успешно представили компанию и наши предложения на более чем 10 крупнейших выставках страны, где нашли для себя не только заказчиков, но и партнеров.

Главный результат 2023 года — то, что мы перешли от интеграции промышленных 3D-систем к их производству. Мы создали наш собственный бренд **AM.TECH** (Технологии Аддитивного Производства). Под этим брендом мы будем изготавливать наши собственные 3D-принтеры и проводить локализацию оборудования по OEM-контрактам. Мы разработали и выпустили первый из модельного ряда промышленный 3D-принтер **AMT-16**, который продемонстрировали на выставках «Технофорум-2023» и Лидер-форум «Аддитивные технологии — новая реальность». В следующем году мы выведем на рынок следующую модель — **AMT-32**. Наши принтеры работают по технологии лазерного спекания металлических порошков.

Наша компания стала резидентом особой экономической зоны «Аэрокосмическая инновационная долина», где мы намерены рассмотреть возможность размещения нашего большого аддитивного завода по серийному выпуску промышленных 3D-принтеров.

Мы традиционно продолжаем активное участие в команде Ассоциации развития аддитивных технологий («АРАТ»). Благодаря тому, что всё больше предприятий уверенно осознают эффективное применение новых подходов и благодаря доверию нашим высоким компетенциям в применении аддитивных технологий в различных отраслях промышленности, мы смогли помочь еще большему количеству предприятий страны. Мы поставили и интегрировали различные 3D-решения, которые нашли эффективное применение в производственных процессах.

Традиционно наша компания занимает лидирующие позиции применения аддитивных технологий в литье. В 2023 году мы вышли на рынок с новой технологией 3D-печати **Binder Jetting** (струйная печать) полимером PMMA для выжигаемой модельной оснастки для литья. Уже сейчас нам очевидно, что это очень востребованная рынком технология.

Знаменательным для нас в 2023 году стал тот факт, что наши решения были восприняты группой компаний из контора «Газпром», и это позволило нам положительно переориентировать некоторые планы, открыть отдельный проект под задачи заказчиков газонефтяной отрасли.

Мы очень довольны нашими результатами в 2023 году, который дал нам новые силы и возможности для нового 2024 года. Мы ставим для себя цели и задачи достичь новых высот на рынке аддитивных технологий и верим, что, опираясь на достигнутое, 2024 год позволит осуществить намеченное.

## БЛАГОПРИЯТНЫЙ ГОД



Максим Захаров,  
генеральный директор  
ООО «Пумори-северо-запад»

В 2023 году компания успешно развивала свое сотрудничество с производителями оборудования из Индии, Турции и Китая. Товарный портфель компании пополнился новыми брендами. Компания стремится предоставлять лучшие технологические решения своим клиентам, поэтому очень тщательно подходит к выбору партнеров, предъявляя ряд критериев к будущим поставщикам: высокое качество оборудования, срок работы на рынке, развитая производственная инфраструктура, положительные референции, срок поставки и логистическая доступность, ширина модельного ряда, доступность запасных частей и расходных материалов и пр.

Компания успешно сотрудничает с российскими производителями. В текущем году были реализованы проекты по внедрению автоматических складских систем российского производства, на предприятия страны были поставлены



вертикальные лифтовые склады, внедрение которых значительно сократило вспомогательное время производства.

За девять месяцев 2023 года высокие показатели демонстрируют поставки вспомогательного инструмента «Пумори» (продукт собственного производства предприятия корпорации «Пумори»): рост составил 80% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года.

Наша компания является не просто поставщиком современного металлообрабатывающего оборудования, но реализует проекты по повышению эффективности производства заказчиков. В компании действует отдел собственных разработок, коллектив которого в 2023 году пополнился инженерами, конструкторами и технологами. Силами отдела реализуются инжиниринговые проекты по автоматизации и роботизации производств под собственным брендом Pumori Robotics (автоматизированные слесарные модули, системы загрузки-выгрузки, роботизированные ячейки и пр.), призванные сокращать издержки производства и улучшать качество выпускаемых изделий. Национальная ассоциация участников рынка робототехники (НАУРР) включила компанию «Пумори-северо-запад» в рейтинг ведущих российских компаний — интеграторов робототехнических решений. В мае 2023 года решение по автоматизации Pumori Robotics было представлено на корпоративном стенде компании на выставке «Металлообработка».

## ГОД БЫЛ НАПРЯЖЕННЫМ, НО МЫ С ЧЕСТЬЮ ПРОШЛИ ЭТОТ ПУТЬ



Светлана Мальцева, начальник отдела маркетинга ООО «Пумори-инжиниринг инвест»

Для компании «Пумори-инжиниринг инвест» 2023 год прошел плодотворно: мы реализовали большинство поставленных целей, наладили поставки оборудования из дружественных стран, увеличили свою долю присутствия на рынке почти в три раза.

Конечно, такие результаты не могли быть достигнуты автономно. Мы выражаем особую благодарность нашим заказчикам, проявившим доверие к экспертизе команды «Пумори-инжиниринг инвест».

А еще признательность новым партнерам, поверившим в нас. Вместе мы смогли преодолеть беспрецедентную турбулентность 2022 года, а в 2023-м активно нарастили сотрудничество: станки новых брендов пополнили наш товарный портфель и парк оборудования собственного производства. Специалисты «Пумори-инжиниринг инвест» их изучили, прошли обучение у производителей и готовы к разработке новых технологических решений на их базе, начиная с интеграции в производственный процесс и заканчивая оказанием сервисной гарантийной и послегарантийной поддержки. Совместно с партнерами мы организовали и реализовали поездку для заказчиков на станкостроительные заводы наших партнеров в Китай, предоставив таким образом возможность ближе познакомиться с организацией и уровнем производства и убедиться в высочайшей культуре китайского станкостроения. Практику таких поездок мы продолжим и в новом году.

Также для удобства сотрудничества нами была расширена сеть представительств в России. Теперь она включает в себя еще и город Ижевск.

Помимо этого в 2023 году мы продолжили разработку собственного токарного обрабатывающего центра «Генос ТФ 12/500». Прототипом ему стал российско-японский станок, выпускаемый нами ранее. На сегодняшний день реальной задачей мы видим повторение технологического успеха японских инженеров на базе преимущественно отечественной разработки с применением в большинстве своем российских аналогов узлов и комплектующих для токарного станка. В текущем году был собран и запущен в испытания опытный образец. По итогу проведенных работ выявлена необходимость некоторых доработок и изменений, осуществляемых в данный момент в кооперации с российскими партнерами. Запустить токарный обрабатывающий центр в серийное производство планируется в 2024 году. Это амбициозная задача, которая станет началом нового пути и нового успеха компании, а значит, и наших потребителей.

Подводя итоги прошедшего года и обозначая планы на следующий, хочется сказать так: «Дорогу осилит идущий» — это значит, что нет ничего невозможного, если упорно трудиться и несмотря ни на что идти к своей цели.

## СТАНКИ РАБОТАЮТ НА ПОЛНУЮ МОЩНОСТЬ



Роман Фокин, директор по производству ООО «Уральский завод инструментальных систем» корпорации «Пумори»

В 2023 году увеличилось количество и объемы заказов на нашу продукцию, и мы, удовлетворяя возросшие потребности клиентов, подключили все производственные резервы. Это относится и к продукции «Пумори», и к индивидуальным заказам. Рост производства достигнут за счет оптимизации загрузки как оборудования, так и персонала. Если раньше наши высокопроизводительные станки использовались не на полную мощность, то теперь они работают именно в том режиме, на

который были рассчитаны. Параллельно совершенствуются технологические процессы под использование современного режущего инструмента, также способствуя увеличению эффективности работы.

Следует отметить, что цены на нашу продукцию вполне конкурентные; благодаря увеличению партии запуска изделий снижаются затраты на единицу выпускаемой продукции.

Выросла и наша потребность в кадрах. Здесь мы сталкиваемся с известными проблемами. Во-первых, растет цена труда; во-вторых, на рынке труда снижается предложение. С целью привлечения кадров мы плотно работаем с учебными центрами, развиваем наставничество и уделяем особое внимание молодым рабочим.

Рост производства вызвал у нас и проблемы. Появилась необходимость в совершенствовании внутрицеховой логистики, порядка документооборота и других составляющих управления производством. Все яснее вырисовывается потребность в увеличении степени автоматизации. Все эти трудности, сопровождающие процесс роста, выявлены и описаны. Мы активно выполняем поставленные задачи и движемся только вперед.

**ПРЕДИКТИВНЫЙ СЕРВИС — ЭТО СОВЕРШЕННО НОВЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВОМ**



**Василий Чуранов,** руководитель дивизиона «Машиностроение и металлообработка» группы компаний «Цифра»

Одно из направлений работы компании «Цифра» — это цифровизация промышленных предприятий в сфере машиностроения на базе комплекса ИТ-продуктов «Диспетчер». Основной задачей системы является сбор объективной информации о работе оборудования и производственного персонала с целью построения управления производством на базе данных реального времени. Такой подход значительно повышает эффективность работы производства, точность планирования и выполнения

планов, дает возможность заглядывать в будущее с помощью предиктивных алгоритмов. Предиктивный сервис — это совершенно новый подход к управлению производством, который предприятия начинают внедрять во всем мире. Наша команда занимается развитием предиктивной аналитики на базе данных, которые мы собираем с оборудования и получаем от персонала.

К концу 2023 года мы подключили к отечественной системе мониторинга более 15 тысяч единиц высокопроизводительного оборудования на российских предприятиях. Благодаря использованию беспроводных технологий темпы подключения оборудования значительно ускорились. Мы не только подключили отдельные предприятия, но и интегрировали целые холдинги в систему сбора данных.

Один из наиболее масштабных проектов мы ведем с ОДК. На сегодняшний день в ОДК к системе мониторинга подключено 2000 единиц ключевого оборудования. В результате коэффициент загрузки оборудования увеличился на 40%, а необоснованные простои сократились на 12%. В течение следующих двух лет планируется удвоить число подключенного к IIoT оборудования.

В 2023 году комплекс «Диспетчер» получил сертификацию ФСТЭК, закрыв потенциальные уязвимости в ПО и проведя полное шифрование данных на всех уровнях. Теперь система может быть установлена на значимых объектах КИИ. Мы также значительно продвинулись в направлении использования искусственного интеллекта и машинного обучения для работы с данными. Помимо систем сбора данных наша компания разработала инновационные решения класса MES (системы управления производственными процессами) и ТОиР (техническое обслуживание и ремонт), которые работают на базе объективных данных, получаемых с оборудования.

Мы постоянно развиваем «Диспетчер», чтобы предлагать машиностроительным предприятиям качественные решения для обеспечения бесперебойной и эффективной работы оборудования. Среди наших планов — создание коробочных продуктов для мониторинга и управления производственными процессами, а также техническим обслуживанием и ремонтами. Такие продукты будут доступны более широкому кругу предприятий. Кроме того, мы прорабатываем формат облачного решения для предприятий среднего и малого бизнеса.

**РОССИЙСКИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ОРИЕНТИРУЮТСЯ НА ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**



**Сергей Масюков,** генеральный директор компании «СТМ», эксклюзивного партнера Han's Laser в России

В 2023 году продолжился тренд на производительные станки средней и большой мощности. По данным компании, спрос на технологичные лазеры Han's Laser вырос в несколько раз. Это свидетельствует о том, что российские предприятия все больше ориентируются на инновационные технологии и стремятся к повышению производительности и качества продукции. В компании «СТМ», эксклюзивного партнера Han's Laser в России, объемы заключенных контрактов выросли в два раза.

Это произошло потому, что поменялись тенденции на рынке металлообработки. Здесь есть несколько причин. Первая — многие компании уже имеют лазеры и сейчас приобретают более мощные и производительные. Если раньше приобретали 1–3 кВт или 1–6 кВт, то сейчас самые популярные модели — 12 кВт и выше. Вторая — наблюдается активный переход с устаревшей технологии плазменного раскроя на лазер. И это позитивные изменения, ведь они означают, что компании, переходя на современные лазерные станки с большей мощностью, получают новые возможности, увеличивая производительность на порядок!

В 2023 году у компании Han's Laser было много интересных клиентских запусков. Например, успешный запуск мощного станка G3015HF (12 кВт) на крупнейшем российском производстве сельхозтехники — заводе «Ростсельмаш» в Ростове-на-Дону. Станок был подключен к системе ERP завода, что редкость для многих других брендов!

Но отдельно, с гордостью стоит упомянуть о запуске двух гигантских станков. Это два порталных 30-метровых станка с 5-осевой головой, мощностью 20 кВт и функцией BEVEL для компании «Курганстальмост». Данные станки позволяют раскраивать металл толщиной до 60 мм под различными углами!

В прошлом году было выпущено и обновлено немало серий. Лазерные труборезы XXL-формата с тремя патронами, новый 3D-станок для обработки супертяжелых балок (длина до 12,5 м, вес до 6 т и сечение до 1 м), технология Bevel, системы промышленной автоматизации. Также Han's Laser сделал шаг для компаний, которые только начинают работать на лазерах. Серия G-O — доступная линейка по самой стартовой цене. Станки всегда в наличии на складе, и это лучшая возможность уже сейчас начать работать на легендарном оборудовании!

В этом году компания возобновила промышленный тур на заводы Han's Laser в Китае, участвовала во многих мероприятиях, выставках и конференциях, где делилась своими наработками, опытом, новыми технологиями в мире лазерной резки! Компания благодарит всех клиентов и партнеров за доверие к бренду Han's Laser. Han's Laser — эксперт в лазерной резке и может предложить широчайший спектр лазерного оборудования и не только: панч-прессы, гильотины, прессы, сварочные аппараты, гравировку и многое другое. Мы не просто оснащаем заводы оборудовани-ем, но и помогаем компаниям решать производственные задачи, подбирая лучшие решения!

## ВЫШЛИ НА СЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО СТАНКОВ



Александр Бобрышев,  
генеральный директор  
компании «БИВЕРТЕХ»

2023 год стал прорывным для компании «БИВЕРТЕХ», мы вышли на полноценное серийное производство станков. Удалось выстроить процессы в быстрорастущей компании, имеющий как разработку, так и собственное производство. Мы получили большой новый опыт и переосмыслили многие решения 2022 года, стали еще лучше и результативнее.

Сейчас мы не только предлагаем рынку 3-, 4- и 5-осевые фрезерные станки для обработки металла BEAVERMILL,

но и активно разрабатываем новинки. В 2024 году мы планируем выпустить новый станок — BEAVERMILL MINI. Это компактный доступный фрезерный станок для единичного и мелкосерийного производства. Обработывает металл и пластики, проходит в дверь и грузовой лифт, при этом имеет зону обработки 320×340 мм и систему автоматической смены инструментов на 8 позиций. BEAVERMILL MINI — не единственная наша разработка, все новинки мы планируем представить на отраслевых выставках.

Также 2023 год стал очень продуктивным в сфере отраслевых и бизнес-мероприятий. Мы приняли участие в качестве экспонента на всех основных выставках по металлообработке в России, а также многократно выступали с презентациями о нас и о рынке станкостроения.

В этом году мы познакомили широкую аудиторию с нашими продуктами и компанией, но даже если вы думаете, что уже все видели, мы точно сможем удивить вас в новом 2024 году.

## УСИЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ И СЕРВИСНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧИЛИ ЛИНЕЙКЕ SLT СЕРЬЕЗНОЕ КОНКУРЕНТНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО



Константин Стригин,  
генеральный директор  
ООО «СЛТ»

Российский рынок металлообрабатывающего оборудования в 2023 году характеризовался чрезвычайной динамикой. Резко образовавшийся вакуум из-за ухода европейских поставщиков спровоцировал многие торговые компании на переход в нишу торгово-производственных, действующие производства получили значительный толчок к расширению и повышению процента локализации. Лавинообразным стало стремление китайских

производителей выйти на российский рынок, что является одним из самых очевидных трендов 2023 года во всех сегментах промышленного оборудования.

Для «СЛТ» текущий период подъема российской промышленности, в том числе в самых консервативных ее сегментах, стал благоприятным периодом для продолжения работы по развитию собственной линейки высокоточных металлообрабатывающих станков SLT.

Запуская линейку SLT в 2020 году, мы не предполагали такого скачкообразного спроса даже в оптимистичной прогнозной модели. Но по итогам 2023 года с гордостью можем сказать, что смогли помочь целому ряду российских предприятий в кратчайшие сроки оснастить свои предприятия надежным, высокопроизводительным металлообрабатывающим оборудованием.

Станки и обрабатывающие центры SLT уже работают на стратегических предприятиях, предприятиях авиакосмической отрасли, в машиностроении и смежных отраслях.

Следуя за запросами рынка и потребностями наших клиентов, мы значительно усилили **уже имеющуюся внутри компании технологическую службу**, профессионально помогаем заказчикам на этапе выбора модели станка, конкретных технических параметров, подбираем инструмент и технологическую оснастку, считаем штучное время под детали заказчика.

Кроме того, предприятия, эксплуатирующие оборудование SLT, получили дополнительные гарантии и техническую «страховку» благодаря **расширению и развитию в «СЛТ» сервисной службы**. Профессиональный коллектив штатных сервисных инженеров осуществляет полный цикл работ: как на этапе монтажа и запуска станка, так и в период его последующей эксплуатации.

Сегодня «СЛТ» предлагает рынку качественное металлообрабатывающее оборудование российского бренда SLT с мощным пакетом технологических сервисных услуг.

## УВЕРЕННОЕ РАСШИРЕНИЕ ПРИСУТСТВИЯ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ



Валерий Шегуров,  
основатель и директор  
«ПромАрсенал»

История компании «ПромАрсенал» началась 25 лет назад. Буквально за несколько лет предприятие стало одним из ведущих в регионе поставщиков запасных частей, материалов и металлообрабатывающего оборудования. 2014 год положил начало важнейшему проекту — строительству Инженерно-технологического центра. Со временем он стал настоящим центром притяжения новых идей, технологий, оборудования и компетенций.

Оценив накопленный опыт, научный и производственный потенциал, в 2021 году «ПромАрсенал» создал собственное производство. Первой в России компания начала выпускать сверхмелкие сверла и фрезы. Этот проект состоялся благодаря поддержке федерального Фонда развития промышленности и Торгово-промышленной палаты Челябинской области. Министерство промышленности региона также поддержало это перспективное начинание. Сейчас продукция под маркой PROMATOOL уверенно расширяет свое присутствие на российском рынке.

Уверенность в будущем компании дает не только конъюнктура рынка, верно выбранная стратегия, огромный интеллектуальный потенциал, но и получение статуса «Российский производитель». «ПромАрсенал» не планирует снижать темп, напротив. Постоянное стремление к развитию, поиск новых возможностей и ответственность перед заказчиками — именно в этом «ПромАрсенал» видит основу своих прошлых и будущих успехов.

«МС МЕТРОЛОДЖИ» — ГОД ПОД ЗНАКОМ РОСТА



Максим Каневский,  
генеральный директор  
«МС Метролоджи»

В 2023 году компания «МС Метролоджи» продемонстрировала стабильный рост. Мы успешно реализовали множество интересных проектов и подтвердили статус лидера отрасли.

Рынок продолжает активно развиваться, и мы рады быть частью этого процесса. Открывается много новых производств, наши опыт и наработки очень востребованы. В наших планах **нарастить объем производства на 50%** по отношению к 2023 году, чтобы удовлетворить текущий спрос.

В конце 2023 года мы начали продажи нашего нового продукта — **автоматизированных и роботизированных измерительных ячеек Integra**. Наша цель — предложить уникальный модульный продукт, основанный на базовых элементах, но спроектированный индивидуально под клиента. Это решение **повысит производительность измерений более чем на 30%**.

«МС Метролоджи» ведет разработку **специализированных решений для контроля деталей турбин и компрессоров EAMS**, и в 2024 году начнутся продажи этих систем.

У нас есть еще несколько крупных проектов, пока мы хотим их оставить в тайне. Могу сказать только, что это масштабные проекты, каких еще не было в России.

2023 ГОД ДЛЯ КОМПАНИИ «ДМ ТЕХНОЛОДЖИС» СТАЛ ГОДОМ РОСТА И УКРЕПЛЕНИЯ



Рустам Аляутдинов,  
генеральный директор  
ООО «ДМ Технолоджис»

После 2022 года турбулентности мы укрепили свою команду и связи с партнерами.

Провели несколько совместных мероприятий: 25–26 октября — день открытых дверей ДМТ в Москве с нашими ключевыми партнерами, а 28–30 ноября приняли участие на совместном стенде НСПОИМ в выставке-форуме «Российский промышленник» в Санкт-Петербурге.

На сегодняшний день ДМТ предлагает своим клиентам токарные, трех- и пятикоординатные фрезерные станки с ЧПУ производства КНР.

Важным этапом в развитии компании стал запуск своей производственной площадки в Ульяновске. На ней запущена и налажена крупноузловая сборка китайских станков, а также специалистами производится предпродажная подготовка станков, произведенных в Китае.

В будущем году запланировано увеличение площади завода с двух до четырех тысяч квадратных метров. И уже на апрель 2024 года намечено представление увеличенной площадки заинтересованным представителям производственных предприятий со всей России.

ПОСТОЯННОЕ СТРЕМЛЕНИЕ К НОВЫМ ГОРИЗОНТАМ



Андрей Берюхов,  
директор бизнес-направления  
«Аддитивное производство»  
ООО «Горизонт покрытий»

Подводя итоги уходящего 2023 года, можно сказать, что наше бизнес-направление «Аддитивное производство», да и вся компания «Горизонт покрытий», во многом повторили путь, который проходит наша страна в текущих условиях. Будучи в недавнем прошлом региональным представительством глобального бизнеса OS Oerlikon Corporation AG, наша компания в уходящем году проделала большую работу, становясь самостоятельным игроком отечественного и международного рынка в таких вы-

сокотехнологичных отраслях, как нанесение функциональных покрытий различного назначения, восстановление геометрии режущего инструмента и оснастки и, конечно же, аддитивные технологии. Мы постарались сохранить самые ценные качества европейской модели бизнеса, такие как высокий уровень профессионализма нашей команды и постоянное стремление к новым горизонтам, стремление обеспечивать клиентам максимальный уровень сервиса и экспертизы. В тоже время мы достаточно успешно интегрируемся в жесткие текущие условия отечественного рынка высокотехнологичных производственных услуг и сервиса.

Если говорить об аддитивном производстве, то мы трансформировали нашу совместную с Институтом технологий материалов «Сколтех» лабораторию аддитивных технологий из площадки, ориентированной в первую очередь на выполнение научно-исследовательских работ, в производственное подразделение, способное выполнять достаточно широкий спектр задач, начиная от цифрового инжиниринга изделий под технологии 3D-печати и заканчивая изготовлением функциональных изделий клиентов методами АТ «под ключ». Острый вопрос импортозамещения компонентов оборудования нефтегазовой отрасли позволил нам обеспечить загрузку нашего аддитивного оборудования в течение всего 2023 года, при этом наш основной 3D-принтер на основе технологии СЛП работает в режиме 24/7 начиная с мая этого года и обеспечивает непрерывный процесс изготовления заготовок корпусов диагностического оборудования для буровых установок из жаропрочных никелевых сплавов марки Inconel.

Также в этом году мы выполнили первый контракт на изготовление, поставку и запуск мобильного комплекса аддитивного производства изделий из полимерных материалов КАП-АМ (П). Данное направление показало свою востребованность в рамках обеспечения процессов оперативного ремонта различных видов техники в удаленных районах и там, где наблюдаются проблемы с логистикой и доступом к необходимой номенклатуре запчастей и комплектов.

Кроме того, на базе нашей лаборатории 3D-сканирования и неразрушающего контроля в этом году были выполнены первые пилотные проекты по реверс-инжинирингу.

Если говорить о планах на 2024 год, то мы продолжим работы по развитию технологических возможностей на-

шего участка 3D-печати в таких направлениях, как освоение новых (в первую очередь отечественных) материалов для аддитивного производства (как металлических, так и полимерных), закупка и запуск 5-осевого обрабатывающего центра для сложнопрофильной механической постобработки напечатанных изделий, а также повышение профессиональных компетенций членов нашей команды. Также мы работаем над созданием первого серийного мобильного комплекса реверс-инжиниринга (если проект будет реализовываться по плану, то на профильных выставках в середине 2024 года сможем показать первый рабочий образец) для решения как своих задач по выездной диагностике и обратному проектированию изделий клиентов, так и для дальнейшего вывода этого продукта на рынок и развития направления мобильных комплексов аддитивного производства. В рамках бизнес-направления «реверс-инжиниринг» будем усиливать нашу команду профессиональными кадрами, расширять парк диагностического оборудования и работать над комплексными проектами по обратному проектированию критически важных компонентов оборудования и агрегатов в первую очередь нефтегазовой и энергетической отраслей.

Поэтому хотел бы пожелать нам всем максимальной энергии и профессионального азарта! И до встречи в новом 2024-м!

## СПРОС НА АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БУДЕТ РАСТИ



Владислав Кочуров,  
генеральный директор  
АО «ЦАТ»

В России наблюдается бурный рост аддитивного производства. Расширяется база производства 3D-принтеров, материалов для 3D-печати, отечественные компании активно пользуются аддитивным оборудованием.

Спрос на такие технологии будет расти быстрыми темпами в самых разных отраслях, прежде всего в авиастроении, где масштаб задач и уровень современных решений требуют широкого применения 3D-печати.

Напомним, что в рамках комплексной программы развития гражданской авиации предприятия «Ростеха» должны выпустить свыше 3,5 тысяч силовых установок различных типов для самолетов и вертолетов до 2030 года. Применение аддитивных технологий при создании и производстве новых двигателей позволит нам достичь целевых показателей за счет сокращения цикла получения опытного образца. 3D-печать позволяет изготовить изделие, в том числе металлическое, с геометрией практически любой сложности за несколько часов, обладая при этом высоким коэффициентом использования материала. Аддитивные технологии способны уменьшить вес детали при сохранении всех ее полезных свойств и характеристик.

Ключевой задачей в условиях внедрения 3D-печати на предприятиях стала подготовка квалифицированных кадров. Запуск собственного образовательного проекта — это логическое следствие нашей деятельности. ЦАТ — теперь во всех смыслах компания полного цикла. Наша площадка обладает всеми необходимыми ресурсами и профессионалами с колоссальным опытом, которые готовы делиться и передавать накопленные практические знания.

Если говорить про конкретные примеры, то в рамках работы над перспективным авиадвигателем Центру аддитивных технологий «Ростеха» удалось сократить получение опытного образца в цикле разработки корпуса первой опоры компрессора до четырех недель. Всего на изготовление детали ушло 14 дней, что в 8 раз быстрее традиционного производства. К тому же в связи со сложностью геометрии данного корпуса получение его с помощью, например, литья или другого традиционного способа в требуемые сроки было невозможно. Такие примеры есть как в авиационном, так и «наземном» направлении двигателестроения.

## АКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ НА ВОЛНЕ ИНТЕРЕСА К АДДИТИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ



Артем Соломников,  
генеральный директор  
компании Imprinta

Каждый год можно назвать непростым. 2023, как и любой год, был наполнен множеством различных событий, как приятных, так и сложных. Но любое развитие — это преодоление каких-то трудностей.

В уходящем году мы посетили практически все ключевые выставки по стране, выступали на конференциях, принимали участие в вебинарах и дискуссионных клубах, выпустили полезные ролики.

Все наши клиенты имеют равное важное значение для нас. Неважен размер компании или направление работы. 3D-принтеры вызывают все больший интерес в различных сегментах и все больше организаций находят применение аддитивным технологиям, а значит, технология развивается. И конечно, особенно приятно, когда компания снова возвращается к нам, расширяя парк оборудования нашими 3D-принтерами, обращается за обучением персонала.

Из всех событий за год выделю три важных, хотя их намного больше:

1. Переход на собственные производственные мощности.

С момента основания компании мы собирали принтеры сами, но последние года три-четыре перевели сборку на контрактное производство. В этом году мы решили снова открыть свое производство. Это заняло достаточно много времени и сил, некоторые процессы шли не по графику. В общем, сколько раз ни открывай производство, гладко никогда не будет.

Сейчас производственные процессы практически отлажены. Мы уделяем большое внимание контролю качества и тестированию продукции. Кроме того, теперь мы можем быстрее вводить обновления в продукцию.

2. Специальные модели 3D-принтеров.

Мы продолжаем работу с Министерством обороны, которую начали еще в 2020 году, по использованию аддитивных технологий для ремонта автомобильной техники. В прошлом году специальная модель 3D-принтеров была включена в состав передвижных ремонтных мастерских и прошла государственные испытания в их составе. Тем не менее работы в этой области очень много. Это очень важное направление для развития и отрасли, и нашей страны, и очень ответственное. Мы проводим различные исследования, тестирования как оборудования, так и материалов и напечатанных изделий.

### 3. Образование.

Еще одно направление, которое мы считаем важным. И разговор не только про поставки оборудования в образовательные учреждения, а про подготовку кадров, вовлеченность молодежи, осознанный выбор специальности, связанной с аддитивными технологиями.

Впервые в Москве Департамент предпринимательства и инновационного развития города Москвы провел чемпионат для молодежи «3D Профи», где мы выступили партнером. Уникальность чемпионата заключалась в программе обучения. Дети и подростки проходили обучение 3D-моделированию, 3D-сканированию и 3D-печати на профессиональном оборудовании под руководством специалистов ведущих компаний в области аддитивных технологий, а также преподавателей университетов. Было очень много не только теории, но и практики.

В наступающем году хочу пожелать, чтобы мы все развивались, чтобы промышленность росла благодаря в том числе работе каждого из нас, каждого предприятия.

### ИТОГИ У НОВОГОДНЕЙ ЕЛКИ



**Анатолий Лукьянов,**  
заместитель генерального  
директора по маркетингу  
ЗАО «Липецкий завод  
«Возрождение»

Год 2023 для нашей организации, как и для всего российского станкостроения (производителей, а не перепродавцов импортных станков), стал годом и новых достижений, и больших разочарований.

#### Достижения:

- освоены и внедрены в конструкцию станков новые системы управления с самостоятельной разработкой требуемого программного обеспечения, что еще более расширило технологические возможности выпускаемых станков;

- выполнены проекты по

модернизации ряда станков для предприятий ОПК;

- освоен выпуск станков с измененными габаритами их рабочей зоны, что позволило выполнить некоторые заявки ОПК;

- спроектирован, изготовлен и поставлен заказчику специальный станок для обработки поршневых колец дизельных двигателей большой мощности, спрос на которые существенно возрос с началом СВО;

- предприятия ОПК отгружен ряд станков, которые им были крайне необходимы для выпуска в нужном объеме оборонной продукции;

- практически сформирован план производства на 2024 год, имеются заказы, запланированные на выпуск уже в 2025 году.

#### Проблемы:

- имеющийся объем потребностей ОПК существенно превышает производственные возможности и нашей организации, и прочих производителей станков;

- крайне сдерживает производство недостаток мощностей в стране по производству станочного литья всех типоразмеров и модельной оснастки для этих целей — и сроки выполнения заказов, и их стоимость ни в коей мере нас не устраивают;

- для выполнения заказов и ОПК, и гражданских отраслей промышленности требуется существенное (в разы)

расширение производственных мощностей всех производителей, воссоздание системы подготовки требуемых кадров (вузы, спузы, кадры преподавателей, учебные базы, меры стимулирования для привлечения абитуриентов на эти специальности);

- много лет мы слышим о том, что вот-вот появится комплексная программа воссоздания отечественного станкостроения, но реально ее нет, что чревато потерей многих компетенций, на которых в значительной степени и базируется станкостроение, и особенно в области производства высокотехнологического оборудования.

Ну а пока — с Новым годом, дорогие коллеги!

### НОВЫЕ РЕКОРДЫ



**Дмитрий Шеламов,**  
директор группы проектов  
**Rosmould & 3D-TECH I**  
**Rosplast 2023**

Rosmould & 3D-TECH I Rosplast 2023 вновь прошли с рекордными показателями и подтвердили свой статус ведущих отраслевых мероприятий.

Выставки показали небывалый масштаб за всю историю: общая экспозиция заняла три зала МВЦ «Крокус Экспо» и собрала на своей площадке 420 участников из Белоруссии, Германии, Индии, Ирана, Италии, Китая, Кореи, России, Таиланда, Тайваня, Турции, Узбекистана. Доля зарубежных участников составила 51%, доля новых — 65%, а 95% экспонентов подтвердили свое участие в выставках в 2024 году.

Что касается посетителей, их количество также превзошло самые смелые ожидания: за три дня на экспозицию пришло 10 126 уникальных посетителей, что на 39% больше показателя 2022 года, и это новый рекорд!

Экспозиция «3D-TECH — Аддитивные технологии и 3D-печать» подтвердила свой статус флагманского мероприятия для 3D-технологий в России, заняв уже два зала МВЦ «Крокус Экспо».

И сейчас прогнозы на 2024 год самые оптимистичные: выставки активно формируются и растут, Rosmould & 3D-TECH I Rosplast пройдут в новых, больших по площади залах 2-го павильона «Крокус Экспо». Количество экспонентов уже на данный момент составляет более 500 компаний. Увеличение экспозиции происходит благодаря активному интересу к российскому рынку иностранных участников, появлению многих новых участников, расширению продуктовых групп, а также активной работе с регионами РФ.

Уже через считанные месяцы на площадке выставок Rosmould & 3D-TECH I Rosplast вас ждет широчайшая экспозиция как постоянных, так и новых игроков индустрии пресс-форм и штампов, полимерной отрасли, а также 3D-печати и аддитивных технологий из России и зарубежных стран.

Онлайн-регистрация посетителей уже открыта, зарегистрироваться и получить билет можно на официальном сайте выставки [www.rosmould.ru](http://www.rosmould.ru); бесплатный билет по промокоду RM24-QQTIE.

Онлайн-регистрация посетителей уже открыта, зарегистрироваться и получить билет можно на официальном сайте выставки [www.rosmould.ru](http://www.rosmould.ru); бесплатный билет по промокоду RM24-QQTIE.

## АКЦЕНТЫ СМЕСТИЛИСЬ



Иван Фоменко,  
директор по инновациям  
ООО «Лазерный центр»

В нашей стране сейчас активно возрождается электроника и радиоэлектроника. Компании, которые работают в этой сфере, активно развиваются и развивают свое производство, что создает запрос из данного сектора на системы лазерной обработки материалов. В радиоэлектронной промышленности нужны высокие точности и высокое качество обработки материалов. Под поставленные задачи мы уже реализовали несколько вариантов систем на базе платформы «МикроСЕТ», например, сдали установку по отжигу керамики «хитрым» зеленым лазером.

Также в стране в различных отраслях активно внедряется цифровой учет, например, система «Честный знак», предполагающая маркировку на продуктах питания, продуктах легкой промышленности, в промышленности. Внедрение кода и кодирования, цикла прослеживания товаров на всех этапах производства, борьба с контрафактом — это тот тренд, который двигает наше производство в современное цифровое будущее. И весомая часть поставок у нас связана с данным направлением. Фиксирование цифрового следа позволяет создавать цифровые паспорта любого изделия. Работа оборудования в данной сфере имеет свои особенности. Например, при маркировке продуктов питания на конвейере в час проходят сотни тысяч изделий, на которых надо поставить уникальную индивидуальную метку. Это непростая техническая задача, с которой мы справились, увеличив скорость и точность имеющихся ранее решений.

В сфере промышленного производства, где наблюдается стабильная динамика роста, востребованы наши системы лазерной эрозионной обработки, маркировки, резки, сварки. Кроме данных направлений у компании есть любимые отрасли: ювелирная, сувенирная, с которых сейчас немного сместился акцент. Есть задачи и из медицины, где, например, с помощью лазерной системы компании создают ушные и дентальные имплантаты.

Сложившаяся ситуация создала повышенную нагрузку на наше производство. За последние полтора года нагрузка выросла в полтора раза. В этой связи можно сказать, что у нас все хорошо — мы растем, масштабируемся и развиваемся, производство загружено. Оно загружено как с точки зрения разработки, поскольку в системах требуются все лучшие характеристики (точность и производительность), так и с точки зрения производства — люди работают активно, выпуская продукцию и отгружая ее заказчикам. Если говорить о трудностях года, то в конечном счете большие затруднения в нашей работе связаны с большими продажами. Отсюда вытекает необходимость большого количества комплектующих и специалистов. Это негативное следствие позитивных процессов. Но со многими ограничениями мы уже научились справляться. Например, мы производим сами оптику и электронику, традиционно используем лазерные волоконные излучатели российской компании «НТО «ИРЭ-Полус»».

Если говорить об отечественном рынке в целом, то можно отметить, что он очистился от слабых компаний

и по факту стал небольшим. Есть некоторое количество российских производителей, которые еще и сегментированы. Кто-то производит системы лазерной микросварки, кто-то — системы для высокоточной обработки электроники, кто-то занимается маркировкой. Китайское давление ощущается сильно, причем, согласно проведенному анализу имеет особо высокое влияние в сфере мощных лазеров для сварки, резки, габаритной листовой обработки. В сфере маломощных лазерных систем по микрообработке, микросварке, маркировке продажи российских систем растут много быстрее, чем китайских. Это говорит о конкурентоспособности отечественных компаний хотя бы на внутреннем рынке, что не может не радовать.

ГОД СТАЛ ТРАМПЛИНОМ ДЛЯ РАЗВИТИЯ  
РОССИЙСКОГО СТАНКОСТРОЕНИЯ

Евгения Савочкина,  
директор по развитию  
НСПОИМ

Я представляю Национальный союз поставщиков оборудования и инструмента для металлообработки (НСПОИМ). Наша миссия — объединение производителей и поставщиков оборудования, инструмента и услуг для металлообработки с целью развития рынка станкоинструментальной продукции, а также защиты и продвижения интересов участников союза.

Сейчас — золотая пятилетка российского станкостроения, когда самое время увеличивать мощности или начинать производство. Те, кто уже был на рынке, расширяют производство, а вчерашние импортеры, инженеринговые компании только начинают его организовывать. В условиях внешнего давления наращивание собственного производства — это самое целесообразное инвестирование сверхприбыли. Ведь текущий год стал трамплином для развития станкостроения, а это значит, что у всех металлообрабатывающих компаний небывалый рост продаж и сверхдоходы.

Если в 2022 году рост составлял от скромных 20% до нескромных кратных увеличений в три раза, то в 2023 году ситуация стала еще лучше. Под санкции попало более 50% импорта, и эту обвалившуюся часть надо было чем-то заменить, причем одновременно с растущим спросом внутри страны за счет вливания денег в оборонку и модернизацию парка оборудования. Мы провели опрос членов нашего союза: в 2023 году рост у всех составил от 30% до 200%.

На фоне этих показателей, а также кратного увеличения числа игроков на металлообрабатывающем рынке в мае 2023 года мы провели свою первую выставку «Национальный металлообрабатывающий форум» (NMF). Выставка прошла в самом современном выставочном комплексе Москвы — в «Крокус Экспо», собрав 5700 посетителей и более 50 экспонентов. Для первой выставки результат более чем достойный. В 2024 году мы увеличиваем площадь в два раза, соответственно, и результаты ожидаем еще более масштабные. Сейчас действительно уникальное время для быстрого старта бизнеса в сфере металлообработки, и наша выставка призвана помочь в этом.

В новом году желаю каждому исполнения самых смелых желаний, благополучия и семейного счастья!

**СПРОС НА ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ  
НАБИРАЕТ ОБОРОТЫ**



**Михаил Олегин,**  
генеральный директор  
ООО «Поккельс»

Компания ООО «Поккельс» производит на собственной производственной базе в Москве высокотехнологичное лазерное оборудование: как серийные модели, которые могут подойти для широкого круга клиентов, так и решения, разработанные индивидуально для производства заказчика.

В 2023 году мы приняли участие в пяти отраслевых выставках, на трех из которых презентовали новинки: на выставке «Фотоника-2023» — роботизированную ячейку лазерной сварки P-Weld 1500 на основе коллаборативного робота Universal Robots; на выставке «Металлообработка-2023» — флагманскую модель P-Weld PRO, оснащенную самым современным одномодовым излучателем, для лазерной сварки как черных, так и цветных металлов без деформаций и изменения свойств материала; на выставке RusWeld-2023 — первое в нашем модельном ряду устройство F-Clean CW с непрерывным лазерным источником мощностью 1500 Вт, которое идеально подходит для задач, где нужна высокая производительность.

Также в 2023 году мы разработали и выпустили мобильный ранец высокой мощности F-Clean BP-M со скоростью лазерной очистки до 25 см<sup>2</sup>/с, высокоточные и компактные линейные модули перемещения для систем автоматизации и механизации P-Linear 2U и малогабаритную трехосевую систему лазерной гравировки P-Mark FT с лазерным источником, встроенным в корпус.

Одна из последних масштабных разработок — автоматизированная система лазерной сварки элементов электроусилителя руля для автомобилей «Лада». Автоматизированная система, разработанная нами с учетом индивидуальных особенностей производства, позволила заказчику значительно повысить производительность и снизить затраты на брак.

Высокая точность, повторяемость результата и скорость — основные преимущества, благодаря которым производители все чаще обращают внимание на автоматизированные лазерные системы. Поэтому, если говорить про цели и планы, то первая наша цель — создать модульное серийное решение по автоматизированной лазерной очистке для встраивания в предприятия заказчиков. Вторая цель, над которой мы уже работаем, — стандартизация и внедрение лазерной сварки в российскую промышленность. Сейчас технология лазерной сварки в России аттестована не всеми компаниями, совместно с НАКС мы прорабатываем вопрос об аттестации нашего сварочного оборудования.

Совместно с партнерами мы открыли первый учебный центр по подготовке специалистов в области ручной лазерной сварки. Также теперь мы готовы провести отработку сварочной технологии для заказчиков — подобрать технологические режимы сварки специально под материалы изделий и доказать качество работы оборудования с помощью испытаний сварных соединений на растяжение и разрыв, загибы и другие параметры.

Мы предлагаем заказчикам не только оборудование, а комплексное решение его производственных задач. Мы хотим создать команду экспертов, которая сможет стать одной из самых компетентных команд в России, расширить географию поставок оборудования и увеличить количество серийных моделей, поэтому мы всегда в поиске интересных задач. Рынок растет, и мы растем вместе с ним.

**РОСТ КОМПЕТЕНЦИЙ В СФЕРЕ АДДИТИВНЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**



**Валерия Смородская,**  
руководитель отдела  
маркетинга SIU System

SIU System развивает два направления: внедрение аддитивных технологий в производственный цикл партнеров и инжиниринг и 3D-печать в центре инноваций. Спрос на аддитивные технологии растет с каждым годом, так же как и компетенции заказчиков в этой области.

Наш фокус был направлен не только на расширение портфеля вендоров, который стал мультинациональным (Китай и Россия), но и на расширение

нашей команды, развитие парка оборудования, который мы в 2023 году дополнили двумя промышленными 3D-системами SLA, промышленным DLP-3D-принтером специально для стоматологической отрасли, 3D-принтерами Farsoon SLM и Farsoon SLS. Объем инвестиций в наш центр инноваций составил более 300 млн рублей.

В настоящее время все еще сохраняется тенденция нехватки кадров в аддитивной отрасли, и мы активно развиваем обучение, как самостоятельно, так и совместно с вузами, выступая в качестве практической площадки. Например, запустили программу обучения совместно с Московским Политехом.

В 2023 году мы наблюдаем существенный рост компетенций в сфере АТ на промышленных предприятиях России. Компании приходят к нам с уже четкими запросами и глубоким пониманием технологий, что способствует качественному развитию отрасли.

3D-принтер — это лишь инструмент, а на качество необходимого результата влияет не только сам процесс 3D-печати, но и выбор материала, технологии, режимов, а также постобработка. Например, газостатирование или термообработка, как и в традиционном процессе, значительно влияют на итоговый результат аддитивной печати. После правильно подобранного технологического процесса постобработки детали приобретают необходимые свойства для использования в таких требовательных отраслях, как авиация, космос и стоматология.

Особый интерес к АТ проявили отрасли машиностроения, космическая, авиа- и автомобилестроение в реверс-инжиниринге деталей и 3D-печати по технологиям SLM, SLS и лазерной стереолитографии SLA для быстрого прототипирования. SLA-печать не теряет популярность и в медицинской отрасли. Понимая это и подтверждая растущим спросом, мы имеем в центре инноваций сейчас восемь 3D-принтеров SLA, несколько из которых исключительно для стоматологической отрасли.



## НОВЫЕ ЗАДАЧИ — НОВЫЕ РЕШЕНИЯ



**Дмитрий Востриков,**  
заместитель генерального  
директора ОАО «СКБ ИС»

В этом году ОАО «СКБ ИС» исполнилось 35 лет со дня основания. Компания развивается, осваивает новую продукцию, показывает рост бизнес-показателей. Так, в 2023 году выпущено более 38000 единиц продукции, что выше на 12%, чем в предыдущем. Продолжается работа по проектированию нового завода. Планируется, что весной этого года начнется его строительство. Завод рассчитан на 330 рабочих мест, при том что текущая численность сотрудников 240 человек.

Можно сказать, что на предприятии повысилась эффективность и культура производства. В 2022 году и в первой половине 2023 года в компании продолжалась серьезная работа по переходу с привычной комплектации приборов на совершенно новую, и многие модели с точки зрения электроники приходилось чуть ли не заново разрабатывать. В связи в этом возникла проблема соблюдения сроков. Благодаря автоматизации производства, внедрению различных новшеств, системы планирования производства сроки вновь соблюдаются, налажено серийное производство новых моделей, вовремя заказываются комплектующие и выпускается техническая документация.

Ведется внедрение новых технологий, например, мы освоили и продолжаем развивать технологию производства стеклянных шкалов. Раньше эти шкалы закупались в Белоруссии, Европе. Для производства частично используется зарубежное сырье, но с приобретением новой вакуумной установки для нанесения хрома на стекла мы будем еще более технологически независимыми. Производственный цикл датчиков становится более полным в рамках нашего предприятия.

Что касается продукции компании, то в этом году отмечен рост запросов на разработку более технологичных и сложных изделий в рамках импортозамещения. Задачи, которые нам ставят, требуют расширения номенклатуры. В основном это касается интерфейсов, датчиков, которые мы раньше не делали. Так, сейчас мы разрабатываем энкодеры с сетевым интерфейсом EtherCat, широко применяемым для автоматизации, и модули преобразования с этим интерфейсом. Также в рамках импортозамещения были разработаны многооборотные энкодеры с дополнительными опциями. Такой датчик не просто выдает свое положение, а по команде извне может менять направление отсчета и обнулять значение положения. В импортных датчиках такая опция была, но у нас ее спрашивали нечасто. Сейчас же нужна практически стопроцентная замена этой продукции на рынке. Для решения данной задачи нами была разработана с точки зрения электроники совершенно новая конструкция.

Также мы начинаем внедряться в новые области. Есть запросы, например, из области «зеленой» энергетики. Мы участвуем в модернизации театральных залов и кинотеатров, оснащение которых подразумевает наличие большого количества подвижных осей и контроля перемещений. Ранее модернизация в этих сферах осуществля-

лась зарубежными специалистами, которые закладывали в проекты зарубежную продукцию. Сейчас востребованы российские комплектующие.

Следует отметить и рост спроса на нашу традиционную продукцию. У станкостроителей, к примеру, растет интерес к абсолютным датчикам, поскольку их использование ускоряет выход станка на рабочий режим. Спрос на абсолютные датчики, в принципе, постоянно растет, но в этом году наблюдается серьезный всплеск по количеству запрашиваемой продукции.

В целом можно сказать, что год для компании был сложный, но насыщенный и плодотворный. Целый ряд шагов и принятых решений позволяют увереннее смотреть в будущее, эффективнее развивать свои компетенции и укреплять позиции на рынке.

## ДВУХКРАТНЫЙ РОСТ ПРОДАЖ



**Мария Хоггетт,**  
руководитель отдела  
маркетинга YG-1 RUS

Поскольку почти все известные мировые зарубежные производители металлорежущего инструмента ушли с российского рынка, спрос на нашу продукцию растет уже второй год. Южная Корея хоть и ввела секторальные санкции, но металлорежущий инструмент не попал под ограничения, и мы продолжаем работать лучше прежнего.

Уровень зависимости от импортного металлорежущего инструмента до известных событий февраля 2022 года был на уровне 80–90%, и хотя российские производители инструмента мощности нарастили, в целом российское производство едва ли дотягивает сейчас до 30–40% от всей потребности отрасли. Естественно, в этом году существенно вырос импорт инструмента из Китая, но качество изделий азиатских производителей все-таки ниже и пока не соответствует всем потребностям наших производств.

Продукция нашего бренда YG-1 всегда была в топ-10 мировых брендов, а сегодня по соотношению цена – качество – сервис точно является лидером на российском рынке. Для конкуренции с дешевым Китаем в этом году мы внедрились на рынок отдельную линейку инструмента NC-Mill — твердосплавные концевые фрезы для различных задач и обрабатываемых материалов. Их стоимость гораздо ниже, чем наши основные линейки, при том что по качеству они не уступают, а по итогам испытаний даже на голову выше, чем конкуренты. Так что с уверенностью можем сказать, что YG-1 готовы удовлетворить любые потребности наших клиентов и достойно конкурировать с любыми брендами.

Кроме того, мы продолжаем развивать собственное производство в Свердловской области (Верхняя Салда). Если в 2022 году мы производили порядка 15000 единиц продукции в год, то в 2023 — уже более 35000 (для небольшого развивающегося предприятия это отличный результат). Мы активно работаем над расширением локального склада в России (головной офис в Москве). Кроме увеличения количества инструмента в наличии (на текущий момент объем склада уже порядка 500 млн рублей) мы также уделяем большое внимание ABC-анализу и готовы

в кратчайшие сроки поставлять клиентам самые востребованные позиции.

Главный показатель результатов нашего 2023 года — двукратный рост продаж по сравнению с прошлым годом. Мы не строим иллюзий на 2024 год, так как наблюдающийся сейчас ажиотаж, несомненно, успокоится со временем, но наша компания твердо стоит на ногах и готова к любым вызовам и переменам на рынке!

Искренне желаем, чтобы следующий год приумножил благополучие каждого сотрудника и каждого нашего заказчика, придал силы для достижения самых смелых целей. А наша настойчивость и целеустремленность помогут реализовать все планы. Здоровья души и тела всем нам!

### НОВИНКИ ДЛЯ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ



**Юрий Лопатин,**  
заместитель директора  
по производству и сбыту,  
по вопросам маркетинга  
АО «Кировградский завод  
твердых сплавов»

Продукция АО «Кировградский завод твердых сплавов» (КЗТС) была высоко востребована в 2023 году на российском рынке в рамках импортозамещения инструмента зарубежных компаний, покинувших рынок. И клиенты запрашивают все новые позиции.

Например, пользуется спросом новая линейка мелкогабаритного монолитного твердосплавного инструмента с высокой точностью, который предназначен для контурного растачивания отверстий малых диаметров и обработки канавок. Расширяется номенклатура

твердосплавных пластин без покрытия для токарной и фрезерной обработки алюминия. Для обработки труб начат выпуск аналогов импортных пластин, в т.ч. с двумя отверстиями. Завод начал производить и механически закрепляемые пластины для отрезки и обработки канавок.

КЗТС также изготавливает длинномерные твердосплавные заготовки для монолитного инструмента. В России их массово выпускают только два предприятия, владеющие современной металлургической технологией переработки

вольфрамсодержащих порошков, основные поставщики были из Германии и Италии. Сейчас на эту продукцию резко возрос спрос, в связи с чем на КЗТС намерены в следующем году значительно увеличить объемы их производства.

Еще одна интересная позиция, производство которой стало возможным благодаря приобретению нового высокотехнологичного оборудования, это корпуса фрез с очень высокой точностью. Данное производство будет расширяться в силу высокой востребованности. Пластины, которыми оснащаются корпуса, тоже собственного производства.

### ГОД НОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ



**Дмитрий Москвин,**  
руководитель отдела продаж  
ООО «ПСК»

В 2023 году компания «ПСК» стала преемственной структурой ведущей японской станкостроительной компании в России. Сохранив многолетний опыт работы, компетенции и штат высококлассных специалистов, мы продолжаем обслуживать несколько тысяч станков, установленных у заказчиков, обеспечивая необходимый уровень работоспособности предприятий на территории России.

В 2023 году мы провели большую работу и стали официальными дилерами DRC, FLLS, LGNCL, Dapan, Lead Laser и пр. Компания «ПСК» предоставляет комплексное решение технических задач заказчиков «под ключ» — подбор оборудования, проведение тестовых обработок, разработка технологии обработки, ПНР, проведение инструктажа, гарантийная сервисная поддержка, поставка запасных частей.

В этом году наш технический центр обзавелся большим парком оборудования. В центре имеется демонстрационный зал, где наши клиенты могут ознакомиться с оборудованием в живую и получить необходимую консультацию.

В рамках предстоящей выставки NMF-2024 мы хотим представить 5-осевой обрабатывающий центр U630.

## Мировой рынок металлообрабатывающего оборудования

По данным маркетингового агентства Research and Markets, объем мирового рынка металлообрабатывающего оборудования сильно вырос за последние годы. Он вырастет с \$266,84 млрд в 2023 году до \$286,8 млрд в 2024 году при совокупном годовом темпе роста (CAGR) 7,5%. Расширение, наблюдаемое в течение данного периода, можно объяснить такими факторами, как индустриализация, глобальная торговля и экспорт, рост автомобильной промышленности и развитие инфраструктуры.

Также ожидается, что рынок металлообрабатывающего оборудования будет расти и в ближайшие несколько лет. В 2028 году он вырастет до \$375,27 млрд при совокупном годовом темпе роста (CAGR) 7,0%. Ожидаемый рост в прогнозируемый период может быть связан с несколькими факторами, включая интеграцию технологий Индустрии 4.0, повышенное внимание к устойчивому развитию и со-

блюдению экологических норм, акцент на индивидуальное и мелкосерийное производство, тенденции в переориентации и диверсификации цепочек поставок, а также внедрение цифровых двойников и технологий моделирования. Ключевые тенденции, ожидаемые в прогнозируемый период, включают растущее использование аддитивного производства (3D-печати), внедрение робототехники и автоматизации, разработку гибридных машин, создание умных заводов, а также инвестиции в обучение и развитие рабочей силы. Кроме того, рост рынка поддерживается прогнозируемым стабильным экономическим ростом во многих развитых и развивающихся странах. Ожидается, что восстановление цен на сырьевые товары после значительного снижения также будет способствовать его дальнейшему росту.

<https://www.researchandmarkets.com/>

## ГОД РАЗВИТИЯ И ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



**Елена Попова,**  
коммерческий директор  
ООО «Сталь»

2023 год для воронежского завода «Сталь» стал годом развития и инновационных технологий. Предприятие активно развивается в сфере поставок оборудования для металлургических предприятий России. Заводом подписаны контракты на производство в следующем году машин газовой резки, а также реконструкции линий разливки стали для таких комбинатов, как «Тагмет», «Уральская сталь»

и ВМЗ. Ведутся переговоры с рядом крупных комбинатов о проведении аналогичных работ. А на «НЛМК-Урал» спроектированные и изготовленные «Сталью» МГР уже прошли успешные гарантийные испытания по резке металла.

Высокий интерес предприятий к разработке технологичного оборудования с заданными индивидуальными характеристиками и конструктивом подтолкнули завод к открытию выделенного подразделения — конструкторского бюро. Это существенный скачок в уровне развития завода. Коллектив опытных проектировщиков обеспечит полное

сопровождение проектов от стадии оценки технического задания, подготовки конструкторской документации до выпуска готового оборудования и пусконаладочных работ.

На сегодняшний день завод «Сталь» выполняет функции полноценной производственно-инжиниринговой компании. Мы готовы к выполнению задач любой сложности по разработке, изготовлению и вводу в эксплуатацию автогенного оборудования.

Также в этом году результаты работы завода «Сталь» были заслуженно отмечены победой в конкурсе «Коммерциализация — импортозамещение» (очередь XIX) с проектом «Создание нового производства машин газовой резки стальных заготовок (МГР «НОРД-С») для металлургической промышленности. Работа была включена в число 79 победителей среди рекордного количества конкурсантов — 540 поданных заявок.

Еще один шаг к развитию предприятия — это завершение строительства новых производственных корпусов на территории индустриального парка «Перспектива». Такой шаг позволит расширить как производственную базу предприятия, так и складской потенциал сырья и серийно выпускаемой продукции.

Мы гордимся тем, что можем выпускать оборудование высокого уровня в требуемых объемах. И не меньшую гордость вызывает тот факт, что крупнейшие отечественные компании согласны с тем, что российское оборудование достойно заменяет импортные аналоги.

Есть результаты в расширении рынков сбыта, уже поставлены задачи на будущий год. Несмотря на внешние обстоятельства и трудности, мы движемся вперед. Завод становится сильнее и эффективнее.

### НАДЕЖНЫЙ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РЕЗАК «НОРД-С»



#### Устойчив к «обратному удару»



Сферы применения:

- ✓ мостостроение
- ✓ метростроение
- ✓ демонтаж металлоконструкций
- ✓ промышленные предприятия
- ✓ прокладка нефтепроводов и т.д.



**Механический завод «Сталь»**  
производитель автогенного оборудования

[www.nord-s.com](http://www.nord-s.com)

## 2023: ЭТО НЕВОЗМОЖНО, НО У НАС ПОЛУЧИЛОСЬ



Анна Цыганцова,  
исполнительный директор  
НПЦ «Лазеры и аппаратура ТМ»

2023 год, с нашей точки зрения, был очень интересный и насыщенный. Событий и результатов в нем нам хватило бы на пару лет. И совершенно точно мы переходим в 2024 год с очень четким вектором развития на ближайшее время.

Во-первых, нам удалось увеличить объем выпускаемой продукции в 3 раза при том же количестве людей, что и в прошлом году. Звучит фантастически, но так и есть. Это потребовало очень большой работы над собственной эффективностью, над тем, чтобы быть быстрыми и гибкими, постоянно пересматривать подходы и думать над переменами. Это не всегда удобно и комфортно, но без этого нельзя. Мы открыли две новые площадки, пережили потоп, который залил нам больше 1000 м<sup>2</sup> площади, переехали на новое, более подходящее для наших задач и комфортное для людей место.

Во-вторых, это год соединения опыта. Уникальность компании «Лазеры и Аппаратура» в том, что у нас есть огромный — больше чем 25 лет — опыт создания и производства систем, но этим опытом надо еще уметь пользоваться: научиться соединять и переосмысливать его, постоянно и быстро добавляя новое. Мы давно прошли стадию, когда ответ на любой вопрос можно было найти в прошлом, в формате «все понятно, это уже было сделано, надо просто повторить». Так уже не работает. Точнее, где-то, наверное, работает, но это не наша история. Кстати, символично, что именно в этом году, летом, к нам пришло на практику и летнюю подработку немало детей сотрудников, которые еще учатся в школе — кто-то, чтобы узнать, что станки не на деревьях растут, а кто-то уже смог активно поучаствовать в процессе, несмотря на юный возраст.

Мы делаем технику на таком уровне, когда один-два специалиста уже не могут ответить на все вопросы, тут нужна целая команда разных специалистов, которые работают скоординировано. У каждого есть какие-то мысли и знания, которых нет у других, и только соединением этого и совместной работой можно прийти к нужному результату. Сколько нужно лазерных физиков, чтобы сделать лазерный станок? Одного достаточно. А сколько всего специалистов? Ну, точно не меньше восьми. И они не взаимозаменяемые, результата они могут достичь только все вместе.

По части новых разработок: в этом году мы сделали два очень сложных станка — один для микроэлектроники с УФ-лазером (рис. 1), основное применение которого — бездефектное разделение пластин на ЧИПы. Проект осуществляется в рамках работы по созданию российского аналога систем LPKF. Мы работаем по субсидии Минпромторга РФ. Много работы впереди, однако базовый вариант появился и начал уже поставляться на предприятия. На следующий год уже законтрактовано несколько таких систем.

Другой очень важный для нас проект и ключевое направление — это автоматизированные многоосевые комплексы (рис. 2, 3). Это серия решений для пяти-шести- и семи осевой обработки многокоординатных резки, сварки, перфорации отверстий, наплавки и т.д. Этой темой мы занимались и копили опыт больше десяти лет, попробовали много подходов, на заводах работает несколько десятков наших станков, но то, что получилось сделать в этом году — огромный шаг вперед и вверх. Особенно важно то, что эти станки внедряются в авиационном двигателестроении, где все задачи «со звездочкой». Мы к этому подходим так: да, сложно, но, если мы решаем эту задачу, то в машиностроении мы решим любую другую. Требования авиации и космоса — это то, что двигает промышленность вперед, и мы очень благодарны, что российские двигателестроители перед нами эти задачи ставят.

Третье направление, на котором мы сейчас сосредоточились — это станки для аддитивных технологий, в том чис-



Рис. 1. Станок для микрообработки ультрафиолетовым лазером МЛП1-УФ



Рис. 2. Станок пятикоординатной обработки СЛП520 для резки, сварки и перфорации отверстий

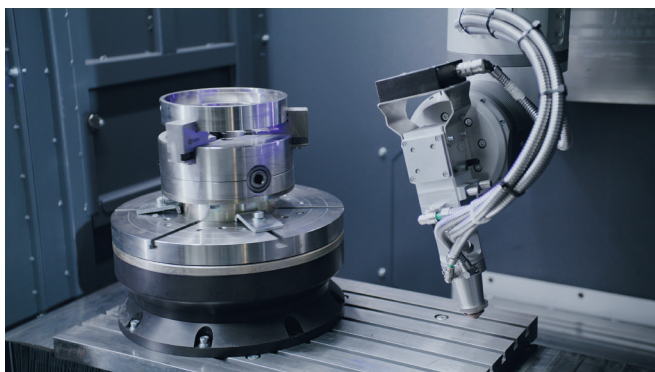


Рис. 3. Рабочая зона станка СЛП520

ле SLM 3D-принтеры и станки коаксиальной порошковой наплавки. По этому направлению также можно рассказать много нового, но эту тему мы начнем активно освещать уже в 2024 году.

Параллельно идет процесс постоянной модернизации и улучшения наших «традиционных» и самых массовых станков для сварки, размерной обработки, подгонки резисторов. Тут мы существенно пересмотрели конструкцию — постарались учесть все пожелания и наших заказчиков, и сервисной службы, и производства, чтобы они стали удобнее, надежнее, с меньшим циклом производства.

Очень важная задача, которую мы решали весь год и продолжаем решать — как обеспечить и сохранить качество продукции при существенно возросшем объеме

и изменениях подхода к производству. Раньше у нас, как и на многих других предприятиях, качество во многом обеспечивалось небольшим количеством продукции и «ручной работой», но сейчас нагрузка у производства и потребности предприятий такие, что этот подход уже не работает. И это изменение произошло не постепенно, а рывком. Проснулся однажды утром, а задача уже другого порядка. Да, мы делаем сложную технику, да, мы делаем ее 25 лет, сделали и внедрили больше 800 станков, но если 15–20 станков в производстве можно держать в уме и перед глазами, то когда их становится 60–80, а параллельно идет множество НИОКРов, постоянно приходится пересматривать элементную базу и перерабатывать конструкции, такой подход не работает. При увеличении объемов возникает вопрос не только про «где взять площади и специалистов», про это чаще всего пишут в новостях, но и разные другие, которые раньше и в голову не приходили — «как прогнозировать сроки», «как наладить обмен информацией», «как разделить полномочия, чтобы повысить качество и эффективность», «как уменьшить потери времени» и так далее.

А в целом, конечно, 2023 год существенно расширил наши собственные представления о возможностях. У нас иногда в рабочей переписке мелькает шутка «Это сделать невозможно! — Невозможно, но у нас получится!» И для меня это повод для большой гордости — работать с людьми, которые даже при работе на пределе возможностей так шутят. План на 2024 год у нас большой, и я думаю, что мы еще не раз расскажем про наши новинки, внедренные на российских предприятиях.

## РОССИЙСКИЕ ПЯТИКООРДИНАТНЫЕ ОБРАБАТЫВАЮЩИЕ ЦЕНТРЫ

### Прецизионные станки

#### СЛП520



Станина — инструментальный гранит. Линейные и вращательные столы. Ход рабочего стола по XYZ — 650x650x650 мм. Глобусный стол для поворота и вращения изделия для на ±135°/360°п. Лазеры твердотельные пико- или фемтосекундные, волоконные.

### Станки для лазерной обработки крупногабаритных изделий

#### СЛ580



Стальная сварная станина, консольное исполнение. Оптическая головка с динамическим изменением фокусного расстояния. Кинематическая система — ход рабочего стола по XYZ — 3000x1500x600 мм. Наклон оптической головки 135°, вращение изделия 360°п. Лазеры твердотельные пико- или фемтосекундные, волоконные.

- Модули машинного зрения в каждой модели
- Прецизионные столы на гранитном или сварном основании
- Российские линейные двигатели собственной разработки и производства

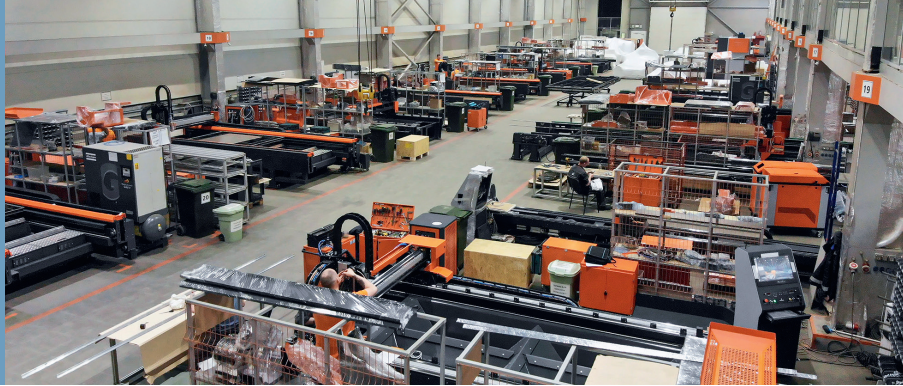


г. Москва, Зеленоград, проезд 4922, д. 4, стр. 4

www.laserapr.ru  
sale@laser-app.ru  
8 800 550 10 59  
+7 499 390 90 86



# ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЖДУТ НОВИНКИ



Для компании «НПК Морсвязьавтоматика» (Торговая марка Unimach®) 2023 год был годом активного роста и расширения продуктовой линейки. Запросы, которые поставил российский рынок перед компанией, требовали значительного увеличения номенклатуры систем для повышения производительности поставляемых станков лазерной резки. Таким образом, в ассортименте продуктов появились системы автоматизации, обновленные модули для раскройных комплексов, новый функционал управляющего программного обеспечения.



Андрей Тяжлов,  
руководитель  
отдела продаж

На выставке «Металлообработка-2023» была представлена система Unimover, предназначенная для автоматической погрузки на станок листового металла и последующего складирования готовых вырезанных изделий. Работа системы живьем была продемонстрирована совместно с высокоскоростным комплексом лазерной резки Unimach Ultra в комплектации с 30-киловаттным излучателем производства российской компании «ИРЭ-Полюс» (рис. 1, 2).

Система автоматизации Unimover может работать с листами толщиной до 8 миллиметров и размером до 3000×1500 мм. Ее использование позволяет поднять загрузку станка лазерной резки и существенно увеличить производительность.

Помимо этого для клиентов, которым необходимо автоматизировать только процесс погрузки листовых заготовок,



Рис. 2

был разработан и поставляется модуль Uniarm (рис. 3, 4), который также существенно увеличивает общую производительность станка. В зависимости от модификации модуль может работать с листами максимального размера 3000×1500 мм или 4000×2000 мм.

Помимо разработки новых систем для станков лазерной резки компания также непрерывно обновляет существующие модули. В этом году была представлена новая оптическая головка LH-201, которая существенно увеличила удобство эксплуатации и повысила надежность работы станка.

Оптическая головка (рис. 5) получила систему визуальных светодиодных индикаторов, которые удобным образом



Рис. 1

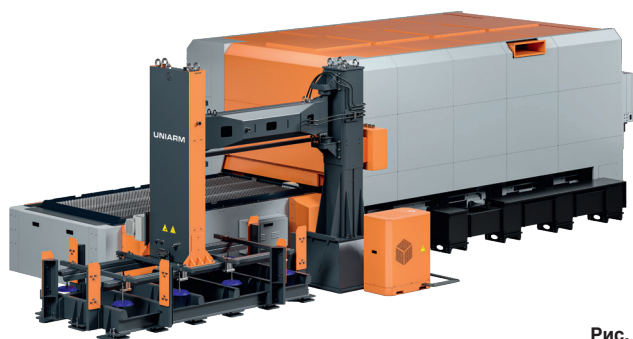


Рис. 3

сообщают о режимах работы оборудования и предупреждают о возможных ошибках. Кроме этого, было расширено количество защитных датчиков, которые теперь могут замерять давление и влажность в рабочей камере, следить за чистотой линз и защитного стекла, предупреждать о наличии загрязнений в рабочем газе и многое другое. Как и оптические головки предыдущих поколений, модель LH-201 производится на одной из рабочих площадок компании «Морсвязьавтоматика».

Также в 2023 году была модернизирована система лазерной сварки Unimach Laserweld, которая получила новый облегченный сварочный пистолет, позволяющий более удобно и точно производить сварку в труднодоступных местах.

Новую оптическую головку и модернизированный аппарат лазерной сварки можно было наблюдать среди прочего на выставке «Технофорум-2023», где компания «МСА» традиционно демонстрировала свои разработки посетителям.

Вместе с ростом мощности лазерных излучателей растет и размер раскройного поля, с которым желают работать российские производители металлопродукции (рис. 6). Для таких клиентов компания «МСА» разработала и производит станки лазерной резки, позволяющие работать с листами 12 и 24 метра.

Изготовление станин для комплексов как обычного, так и увеличенного размера производится на мощностях «Морсвязьавтоматики» на промышленной площадке в Санкт-Петербурге (рис. 7).

Помимо традиционного исполнения для вертикальной резки металла новые станки могут также опционально комплектоваться оптической головкой в 3D-конфигурации,

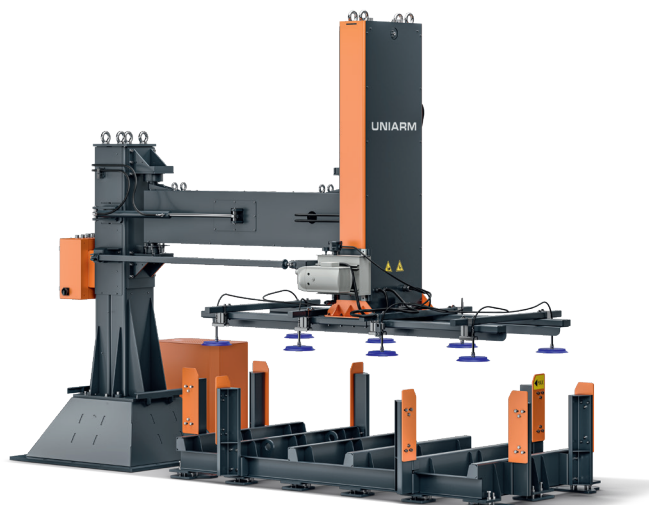


Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6

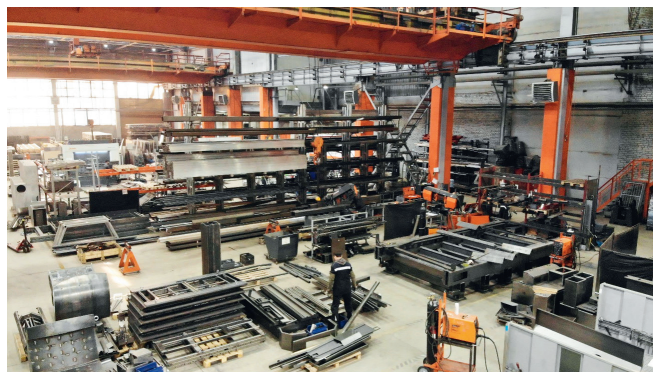


Рис. 7

которая позволяет производить резку под углом к плоскости листа. Подобный функционал необходим, например, для вырезания фасок на крупногабаритных заготовках для их последующей сварки.

В 2024 году компания «Морсвязьавтоматика» планирует продолжить разработку и производство новых моделей оборудования (рис. 8), чтобы предоставить российским компаниям возможность работать на современных лазерных станках, невзирая на санкции и внешние ограничения. Вместе мы сделаем нашу страну лучше, крепче и сильнее.



Рис. 8



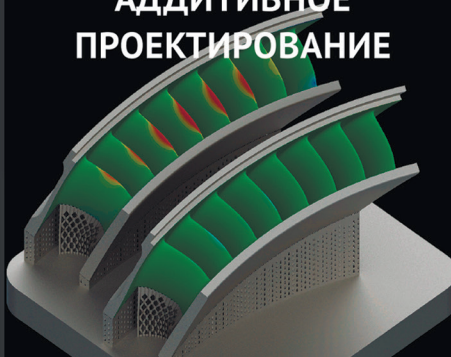
# ИЗВЛЕКАЕМ МАКСИМУМ ИЗ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

## РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ



3D-сканирование | Компьютерная томография | Металлография | Проектирование

## АДДИТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ



Топологическая оптимизация | Технологическая подготовка | Увеличение точности 3D-печати

## ЗАКАЗНОЕ ПРОИЗВОДСТВО



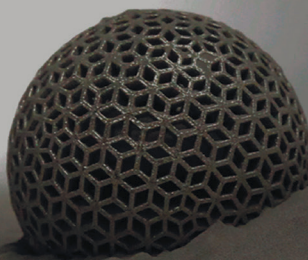
3D-печать деталей и оснастки | Механическая обработка | Полировка

## ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ



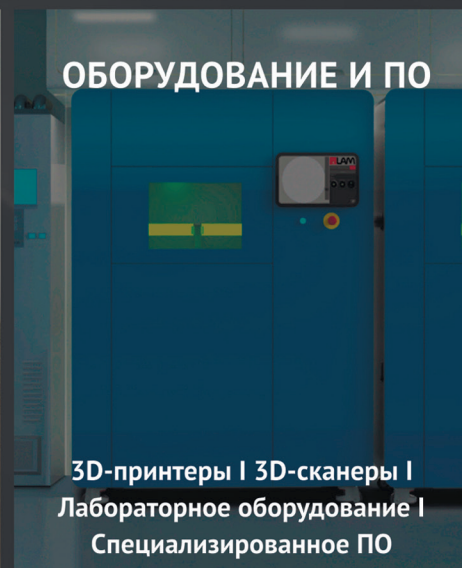
Инжиниринг | ТЭО | Обучение

## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ



Металлические порошки и проволоки | Филамент

## ОБОРУДОВАНИЕ И ПО



3D-принтеры | 3D-сканеры | Лабораторное оборудование | Специализированное ПО

более

# 10

лет опыта  
внедрения АТ

больше

# 150

реализованных  
проектов

более

# 50

заказчиков в РФ

собственное

# КБ

конструкторское  
бюро



# 3D-ПЕЧАТЬ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Машиностроение неосуществимо без специализированной технологической оснастки. Существует множество способов её изготовления: механическая обработка отливки или поковки, сварка металлических листовых материалов, механическая обработка, склейка, сборка полимерных и древесных материалов.

В некоторых случаях процесс изготовления оснастки очень длительный и дорогостоящий, и тогда аддитивные технологии могут прийти на помощь традиционным подходам. Далее мы расскажем о самых ярких прикладных примерах использования 3D-печати в данном направлении, реализованных компанией ООО «ИННФОКУС» и нашими партнёрами — ООО «Ф2 Инновации» (F2 innovations) и ООО «ИксВелд» (xWeld).

## КЕЙС 1. ОБТЯЖНОЙ ПУАНСОН

Изготовление обтяжного пуансона всегда было непростой задачей для нашего заказчика. Найти в России производителя, способного отлить оснастку весом более 9 тонн и потом отфрезеровать этого металлического гиганта с габаритами более 1,5 метров, трудновыполнимо. При высочайшей загрузке предприятий ожидание и сам процесс изготовления может занимать до 10 месяцев. Вишенкой на торте была высокая стоимость такой оснастки, даже несмотря на то, что отливалась заготовка из алюминия вторичной переработки.

В данном случае удалось найти решение, которое позволило сократить сроки производства, стоимость и массу заготовки в несколько раз. С помощью технологии экструзии полимерных гранул (FGF) мы получили полноразмерный обтяжной пуансон за 110 часов. Оснастка была изготовлена на 3D-принтере F2 Gigantry® (Россия) из стеклонанополненного ПЭТГ (PETG+GF). Данный полимер отлично поддается фрезеровке. Последующая механическая обработка на станке с ЧПУ заняла 20 часов.

Главное преимущество применения аддитивных технологий в этом кейсе — сокращение массы оснастки до 650 килограммов, что делает возможным её транспортировку на обычном вилочном погрузчике. Помимо этого полимерная оснастка обладает жёсткостью, соизмеримой с металлической. Она выдерживает все прикладываемые нагрузки и является отличной заменой, не уступающей традиционным технологиям. Сводная информация по проекту представлена в **таблице 1**.

## КЕЙС 2. КОРПУС ДЕМПФЕРНОЙ ОСНАСТКИ

Данная оснастка используется для испытаний, исходная конструкция изготавливалась механической обработкой из стали 12X18H10T. Основное преимущество 3D-печати

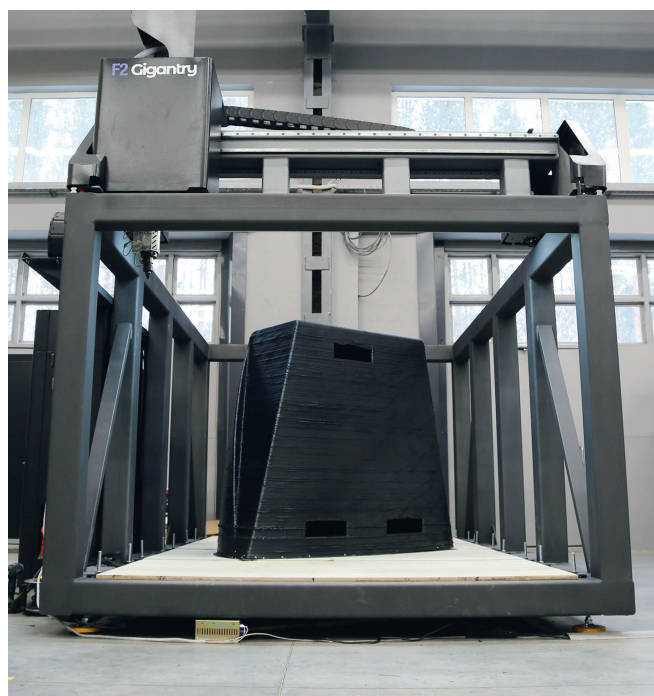


Рис. 1. Обтяжной пуансон и F2 Gigantry®

здесь заключалось в быстром производстве заготовки технологией проволоочной наплавки (DED-W).

В целях сохранения конфиденциальности информации качество иллюстрации приведены похожие заготовки, полученные DED-W технологией.

Суммарное время производства оснастки составило 60 часов, из которых 56 часов было затрачено непосредственно на наплавку заготовки по технологии DED-W из стали 30ХГСА, а 4 часа — на механическую обработку. Используемое оборудование — xWeld Portal® (Россия).

Таблица 1. Обтяжной пуансон. Сводная информация по проекту

Критерий	Традиционная технология	Аддитивная технология	Преимущества АТ
Технология	Литьё + фрезерование	FGF + фрезерование	Дешевле на <b>79%</b>
Материал	Вторичный алюминий	PETG + GF	Дешевле на <b>55%</b>
Масса	9000 кг	650 кг	Легче на <b>93%</b>
Срок изготовления	38–45 недель	110 + 20 часов	Быстрее на <b>97%</b>



Рис. 2. Примеры заготовок, полученных DED-W-технологией

Данная установка позволяет изготавливать крупногабаритные заготовки (от 1 до 4 м) из различных сварочных проволок (сплавы на основе Fe, Ti, Al, Ni и других). Сводная информация по проекту представлена в **таблице 2**.

### КЕЙС 3. ФОРМООБРАЗУЮЩАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПКМ

При изготовлении деталей из полимерных композиционных материалов (ПКМ) требуется специализированная формообразующая оснастка для их выкладки. Геометрия оснастки, как правило, криволинейная и сложнопрофильная. Традиционно такая оснастка изготавливается по технологии склеивания из модельного пластика, однако из-за высокой стоимости его меняют на формы из МДФ или фанеры с последующей механической обработкой. Технологический процесс их склеивания требует качественной просушки слоёв — не менее 8 часов перед нанесением следующего, что приводит к медленной сборке форм. Помимо вышеуказанного древесные материалы требовательны к условиям хранения, легко набирают влагу или пересыхают при тепловом воздействии. Для оптимизации процесса вновь на помощь приходят аддитивные технологии. Экструзия гранул (FGF), являющаяся самой высокопроизводительной технологией 3D-печати из полимерных материалов, позволяет изготавливать матрицы для выкладки ПКМ любой формы в разы быстрее, чем по традиционной технологии.



Рис. 3. Оснастка для производства ПКМ после механической обработки

В нашем кейсе требовалась оснастка размерами 900×500×250 мм, весом 30 кг. В качестве сырья использовался полимерный материал PETG+GF. Для её изготовления потребовалось 5 часов печати на установке F2 Gigantry®.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резюмируя практику использования полимерной и металлической оснастки, изготовленной с применением аддитивных технологий, можно выделить следующие преимущества.

- Кратное ускорение процесса изготовления оснастки.
- Высвобождение производственных мощностей (станков с ЧПУ, литейных цехов и т.д.) для изготовления самих деталей, а не оснастки.
- Упрощение создания сложных поверхностей и форм.
- Эксплуатационная стойкость и низкие требования к условиям хранения.
- Снижение стоимости оснастки, её массы и логистических затрат.

По вопросам изготовления оснастки под ваши задачи, разработки технологии под ключ и поставки оборудования обращайтесь в компанию «ИННФОКУС».

**Контакты:**  
**ООО «ИННФОКУС»**  
 Тел.: 8 (800) 222-77-59  
 E-mail: in@infcs.ru  
 www.infcs.ru

Таблица 2. Корпус демпферной оснастки. Сводная информация по проекту

Критерий	Традиционная технология	Аддитивная технология	Преимущества АТ
Технология	Литьё + фрезерование	DED-W + фрезерование	Дешевле на <b>42%</b>
Материал	12Х18Н10Т	30ХГСА	Дешевле на <b>17%</b>
Масса	22,5 кг	22,5 кг	—
Срок изготовления	4 недели	56+4 часов	Быстрее на <b>91%</b>

# БЫТЬ ПЕРВЫМ, БЫТЬ ЛУЧШИМ

Подкупающий прагматизм заложен в формулировку задачи, которую ставит перед собой молодая российская компания «Поккельс», — создавать продукт, который долговечен, прост в эксплуатации и не требует расходных материалов. Это ведь просто мечта потребителя, а среди заказчиков «Поккельс» можно найти предприятия «Газпрома», «Росатома», «Роскосмоса», «КАМАЗ», «Северсталь», Московский метрополитен, ГК «Агро-Белогорье» и много других, чьи громкие имена у всех на слуху.

## АМБИЦИОЗНАЯ КОМАНДА «ПОККЕЛЬС»



«Поккельс» — молодая компания, но уже успела рекомендовать себя на рынке лазерного оборудования. Компанию в 2018 году на собственные инвестиции создал Михаил Олегин. До того как был создан самостоятельный бизнес, он работал в компании, которая занималась системами лазерной маркировки и гравировки. Изучение рынка показало перспективным направление лазерной очистки.

«Мы первыми в России запустили серийное производство оборудования для очистки», — утверждает Михаил Олегин. А сегодня в компании работает уже 30 специалистов высокой квалификации, и бесспорным конкурентным преимуществом «Поккельс» можно считать наличие собственного конструкторского бюро, которое разрабатывает решения с нуля. Интеллектуальным ядром команды Олегин называет своих конструкторов и инженеров-электроников. Это выпускники МГТУ им. Н. Э. Баумана и МГУ им. М. В. Ломоносова, способные решать самые сложные задачи. «Нам интересно создавать то, что не имеет аналогов на российском и мировом рынке», — говорит Олегин. В активе команды «Поккельс» разработка более 50 специальных решений в области лазерных технологий.

Деньги, заработанные на производстве систем лазерной очистки, компания вкладывала в дальнейшее развитие, продолжая расширять продуктовую линейку, в которой step-by-step появились лазерная сварка, лазерная гравировка и маркировка, сканаторные головы и т.д. У «Поккельс» есть собственное производство, которое позволяет создавать изделия большой номенклатуры. Сегодня параллельно идет расширение производства и модельного ряда лазерных устройств. «У нас свои высококлассные инженеры и свое оборудование», — подчеркивает преимущества своей компании Михаил Олегин.

Однако не лазерами едиными живет «Поккельс». Компания заинтересованно посматривает в сторону аддитивных технологий, сотрудничая с несколькими компаниями, которые создают 3D-принтеры. Сегодня это поставки аддитивщикам контроллеров и программного обеспечения. Михаил Олегин высоко ценит сотрудничество своей компании с кафедрой машиностроительных технологий Бауманки.

Тесные партнерские отношения также связывают «Поккельс» и НТО «ИРЭ-Полус», потому что именно на основе лазеров IPG Photonics компания строит свои системы.



## ПРОДУКЦИЯ «ОТВЯЗАЛАСЬ» ОТ ИМПОРТА

Производственная база «Поккельс» позволяет все производить самим, локализация превышает 90%. «Да, приходится закупать микросхемы, аналогов которым в России пока нет», — объясняет основатель «Поккельс». Именно наличие собственной производственной базы позволяет предлагать не только серийные решения, но и разрабатывать их с нужным именно конкретному заказчику набором опций.

Самой известной, востребованной и высоко оцененной потребителями продукцией «Поккельс» стали лазерные устройства серии F-Clean. Они способны очищать от органических и неорганических загрязнений, ржавчины и окислов поверхности изделий практически из любых материалов. Оборудование одинаково эффективно как при очистке ювелирных изделий, так и при обработке нефтяных труб. В зависимости от потребностей заказчика можно использовать различные модификации системы F-Clean. Это может быть мобильное решение в виде ранца или высокопроизводительная стационарная модель. Независимо от модификации заказчик получит высокую скорость работы без повреждений обрабатываемой поверхности и при этом простоту использования. Об этом говорится в благодарственном письме из АО ПО «Стрела», входящего в корпорацию «Тактическое ракетное вооружение», которое использует модель «Кейс»: «Компактность и мобильность позволяют переносить устройство по территории цеха и объединения для выполнения работ на местах. Удобная и понятная настройка режимов обработки. Применение устройства для зачистки сварочных швов... позволяет удалять следы побежалости в труднодоступных местах». ООО «Ставролен», работающее в структуре «Лукойла», «полностью удовлетворено характеристиками оборудования», которое приобреталось для планового ремонта и технического обслуживания. Специалисты «Ставролен» с помощью оборудования «Поккельс» смогли «сократить время и затраты на очистку от сажи и неметаллических отложений лопаток компрессоров и газовых турбин, запорной арматуры, трубных досок при изготовлении и ремонте теплообменников».

Более всего продукция «Поккельс» востребована в металлообработке, поэтому компания не пропускает отраслевые выставки, на которых активно продвигает свои возможности. Качество продукции и разумная маркетинговая политика позволили ежегодно удваивать доход компании.



Телефон: 8 (800) 555-34-66  
E-mail: info@pokkels.ru  
www.pokkels.ru

# ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В ДЕЙСТВИИ



В рамках пермской выставки «Металлообработка. Металлургия» Национальный союз производителей и поставщиков оборудования и инструмента для металлообработки (НСПОИМ) провел конференцию «Как они это делают: путь от торговли к производству. Новые тенденции станкоинструментальной отрасли». В ходе выступлений был представлен анализ российского станкоинструментального рынка, тенденции его развития, успешные кейсы бизнес-трансформации и импортозамещения.



Оценку состояния станкоинструментальной отрасли РФ дал Павел Беликов, председатель правления НСПОИМ.

Всем известно, что в России сейчас делается много меньше станков, чем при Советском Союзе. Наша станкоинструментальная промышленность была утрачена с момента развала СССР. Согласно

таможенной статистике, импортозависимость России по станкам и режущему инструменту составляла в 2021 г. — 61,9%, а у Китая, например, — 32,8%. Однако тренд меняется. С января 2023 г. по июль 2023 г. наблюдается положительная динамика развития, рост объема бизнеса у большинства крупных поставщиков и производителей РФ.

Изменилась и структура импорта. В 2021 году 68,9% металлообрабатывающего оборудования поставляли так называемые недружественные страны, а в 2022 г. — только 38,6%. Зато значительно выросли поставки из Китая (в 2021 г. — 22,2%, в 2022 г. — 45,7%; рост более чем

## Рынок продукции станкостроения

(Источник: данные BusinesStat)

### Погрупповая динамика потребления металлообрабатывающего оборудования и средних цен на него

Группы оборудования	Объем продаж (шт.)			Средняя цены (тыс. руб.)		
	2021 год	2022 год	Рост объема продаж, (%)	2021 год	2022 год	Снижение средней цены, (%)
Лазерные станки	3 496	5 323	52%	5 816,6	3 540,1	39%
Обрабатывающие центры	1 921	2 529	32%	16 461,0	9 225,7	44%
Токарные станки	3 765	5 576	48%	8 707,6	6 089,7	30%
Шлифовальные и заточные станки	2 763	3 807	38%	3 926,4	1 876,0	52%
Сверлильные и резьбонарезные станки	1 130	1 341	19%	6 637,8	4 006,6	40%
Прочие металлорежущие станки	3 277	3 783	15%	4 824,3	2 567,8	47%
Машины гибочные	5 346	5 577	4%	4 674,9	2 655,3	43%
Машины ковочные	2 470	3 782	53%	4 912,9	3 066,1	38%
<b>Итого</b>	<b>24 168</b>	<b>31 718</b>	<b>31%</b>	<b>6 456,2</b>	<b>3 933,4</b>	<b>39%</b>

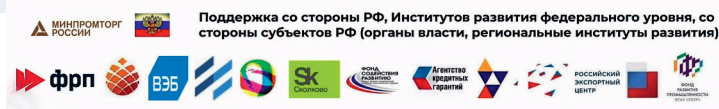
Рис. 1. Из презентации Павла Беликова

## Какие меры поддержки доступны в станкоинструментальной промышленности?

(Источник: Минпромторг России)

Финансовая поддержка	Информационная поддержка	Поддержка научно-технической деятельности
<ul style="list-style-type: none"> <li>Субсидирование производства</li> <li>Субсидирование создания инфраструктуры</li> <li>Налоговые льготы</li> <li>Фонд развития промышленности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ГИС «Промышленность»</li> <li>Каталоги, справочники, информационные ресурсы</li> <li>Выставки, ярмарки, конференции</li> <li>Размещение рекламных материалов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Размещение госзаказа на НИОКР</li> <li>Субсидирование НИОКР</li> <li>Инновации в госкомпаниях</li> <li>Стимулирование спроса на инновации</li> <li>Поддержка инжиниринга</li> <li>Стимулирование внедрения инноваций</li> </ul>
Поддержка развития кадрового потенциала	Поддержка внешнеэкономической деятельности	Предоставление преференций при госзакупках
<ul style="list-style-type: none"> <li>Поддержка дообразования</li> <li>Учебное и педагогическое обеспечение промышленности</li> <li>Поддержка образовательных программ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Содействие в продвижении на иностранных рынках</li> <li>Финансовая и имущественная поддержка</li> <li>Страхование рисков</li> <li>Гарантии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Условия, запреты и ограничения на импортную продукцию</li> <li>Приоритет товаров российского происхождения</li> </ul>

Рис. 2. Из презентации Павла Беликова



на 182 млн долл.), а также из Турции (в 2021 г. — 3,6%, в 2022 г. — 9,9%). В 2023 г. данный тренд сохраняется. То есть произошла переориентация направлений импорта, используется параллельный импорт.

Потребление металлообрабатывающих станков также демонстрирует рост: по данным BusinesStat, в 2021 г. поставлено 32201 шт., в 2022 г. — 32201 шт.; по данным ассоциации «Станкоинструмент», в 2021 г. — 19489 шт., в 2022 г. — 25573 шт.

Дискуссию вызвали данные по динамике потребления металлообрабатывающего оборудования и средних цен на него (рис. 1). При среднем росте объема продаж оборудования на 31% по большинству групп оборудования средняя цена снизилась в среднем на 39%. Это обусловлено, в частности, тем, что цена поставляемого оборудования из Китая ниже цены европейского оборудования, а также произошли сдвиги в структуре потребляемого оборудования в направлении более низких ценовых сегментов, что косвенно характеризует понижение уровня его технологичности.

Также была представлена оригинальная сводная таблица от НСПОИМ по мерам поддержки в отрасли (рис. 2).



**Рустам Аляутдинов, генеральный директор DM Technologies**, отметил высокий спрос на металлообрабатывающее оборудование и посвятил доклад производству металлорезающих станков DMT серии Cobalt.

После ухода с рынка компании DMG MORI команда сотрудников организовалась в новую компанию и начала поставлять

оборудование из Китая, аналогичное по характеристикам тому, что поставлялось ранее. На майской выставке «Металлообработка» 2022 года она уже была заявлена как DM Technologies. Результаты выставки показали, что есть интерес к команде как надежным проверенным партнерам и поставщикам, и отмечается наличие спроса и интереса к предлагаемому оборудованию. На сегодняшний день



На заводе компании DM Technologies представили первый рабочий образец обрабатывающего центра с ЧПУ Cobalt T2. В первом полугодии 2024 года станок получит статус российской продукции в соответствии с требованиями 719 постановления правительства, а с третьего квартала нового года начнется его серийное производство.

<https://reporter73.tv/>

клиентам компании уже поставлено более 100 единиц оборудования под новым брендом.

Также компания работает над собственными разработками. Производственная площадка для выпуска отечественных станков находится в Ульяновске (недалеко от Ульяновского станкостроительного завода). Уже приобретено оборудование, необходимое для технологической подготовки производства, контрольно-измерительных операций. И соответственно, те специалисты, которые занимались производством станков и контролем качества продукции на Ульяновском станкозаводе, сейчас помогают работать над новым проектом Cobalt. Текущая численность сотрудников составляет 130 человек.

Здесь проводится предпродажная подготовка для поставляемого китайского оборудования и подготовка машинокомплектов для линейки Cobalt. Большинство машинокомплектов привозится из Китая. Из отечественных комплектующих: стружно-сборочные конвейеры, системы ограждения, панели для СЧУ и др.

На первую модель универсального токарного станка Cobalt T2 конструкторская и технологическая комплектация уже готова. На момент выхода статьи выполнен прототип для производственных испытаний. План выпуска для данного оборудования на 2024 г. — 40 штук. Отгрузки начнутся с III квартала 2024 г. Запуск серийного производства универсального токарного ОЦ с ЧПУ модели T2 — II–III квартал 2024 г. Также идет разработка фрезерного трехосевого ОЦ с ЧПУ модели M10 (IV квартал 2024 г.), фрезерного пятиосевого ОЦ с ЧПУ модели M10 (IV квартал 2025 г.).



**Полина Щёлокова, технический специалист пермской компании «Арморика»**, рассказала о поиске «своего продукта».

Компания «Арморика», организованная в 2016 году, изначально специализировалась на оказании услуг по металлообработке, ориентировалась на кооперацию. По мере развития увеличивался станочный парк

и компетенции. Появилось желание выпускать новые продукты, что вылилось в деятельность по нескольким направлениям. Первое направление — инструментальное — изготовление корпусного инструмента. Поскольку конкурировать по цене по стандартному инструменту (ISO) с китайским невозможно, была выбрана ниша специального инструмента. Второе направление — BRIBASE — система модульной зажимной оснастки на основе нулевого базирования. Была предпринята попытка создать универсальный продукт. В планах на будущее: расширение типоразмеров, новые линейки зажимных приспособлений, разработка системы нулевого базирования механического закрепления.



Об обеспечении процесса импортозамещения посредством налаживания бесперебойных поставок высокоточных измерительных систем и решений на российские предприятия говорил **Дмитрий Михайлов, коммерческий директор M. Solutions**.

M. Solutions (ООО «Измерительные решения») — преемник

профессиональных компетенций и традиций команды ООО «Митуттоу РУС». Соответственно у специалистов компании более десяти лет опыта по разработке и внедрению прикладных решений в области промышленной метрологии и управления качеством на производстве. На текущий момент компанией под брендом m.era поставляются координатно-измерительные машины (портальные и специализированные) той же номенклатуры, формоизмерительное оборудование и универсальные системы, оказываются услуги по измерениям, обратному инжинирингу, обучению основам практической метрологии. Компания имеет в Москве демонстрационный центр площадью более 200 кв. м, оснащенный современным измерительным оборудованием и инструментами, прецизионную измерительную лабораторию, ремонтную мастерскую и др.



**ООО «АС ИТР»** — комплексный поставщик оснастки, инструмента и материалов для металлообработки. **Генеральный директор компании Сергей Арцименя** также рассказал историю деятельности компании после ухода с российского рынка главного партнера.

Подписанные долгосрочные контракты не позволили опустить руки. Была организована поставка инструмента под собственным брендом (на текущий момент от 14 производителей), в том числе часть монолитного инструмента делается в России. Также было принято решение заняться специальным инструментом, в частности, сформировано эксклюзивное предложение по канавочному инструменту (первая продукция выйдет на рынок до конца 2024 года). В перспективе (2026–2027 гг.) в компании планируют организацию серийного производства пластин (от спекания до продаж) при достижении объема продаж 3 млн пластин в год.



**Олег Лебеденко** — региональный представитель по специализированным решениям и стандартным средствам измерений индийской компании **Accurate**, рассказал о возможностях данного производителя, обосновав подход к выбору поставщика.

Accurate — надежный поставщик в Индии и за рубежом на протяжении 60 лет. Основные направления ее деятельности разноплановы: КИМ, специализированные решения и стандартные средства измерения, автономное программирование, калибровка, услуги. Среди специализированных решений, например, системы автоматических измерений, сортировки и упаковки, проверка мертвого хода синхронизаторов коробки передач, приспособление для контроля диаметра цилиндра, система измерения оси железнодорожных колес, автоматическая установка для измерения шатунов. Следует отметить, что для автопрома специализированные решения используются на 90%. Сложности двигателя внутреннего сгорания и серийности производства требуют быстрых измерений по стандарту MSA, когда стоит задача исключения брака в принципе.

Преимущества специализированных измерительных решений в том, что измерения выполняются намного быстрее, чем универсальными средствами; не нужно перенастраивать средство измерений для решения конкретной измерительной задачи; приборы располагаются непосредственно на производственной линии. То есть каждое измерение легче, проще и дешевле.

Качественные и надежные системы компании обеспечивают сходимость и воспроизводимость (GRR) в пределах 10% от допуска системы. Достижимая сходимость (повторяемость) средств измерений, подтверждаемая на установочной мере, отмечается в пределах 0,002 мм, корреляция с КИМ — в пределах 0,005 мм.



**Российская компания ООО «СЕМАТ»** (торговая марка SEMAT) разрабатывает и производит электрохимические и электроэрозионные станки для обработки металлических деталей, а также установок ультразвукового деформационного упрочнения. О новых российских станках рассказал **коммерческий директор компании**

**Роман Рязанцев**, уделив внимание сферам применения.

Электроэрозионные станки нацелены на обработку труднообрабатываемых материалов. Проволочно-вырезные станки используются для производства вырубных штампов, экструзионных матриц, прецизионных изделий, инструментов. Копировально-прошивные станки находят применение в производстве штамповой оснастки и пресс-форм, для обработки деталей машин и приборов. Ниша «супердрелей» — изготовление глубоких отверстий маленького диаметра, прошивка отверстий в изделиях из твердых и жаропрочных сплавов.

С помощью электрохимической обработки, например, решается сложная задача по удалению заусенцев в труднодоступных местах. Электрохимические станки также используются для скругления острых кромок, для обработки лопаток при изготовлении шлицевых соединений и др.

Применение ультразвукового упрочнения актуально в двигателестроении. Компанией разработана установка для ультразвукового деформационного упрочнения сложнофасонных изделий за счёт кинетической энергии движущихся рабочих тел, которая может обрабатывать лопатки, в том числе тонкостенные, и позволяет увеличить усталостную прочность до 10 раз.



**Александр Бобрышев**, генеральный директор **Beaver Technology**, сделал доклад «От концепта до производства. Пути запуска станков на рынок», рассмотрев пример BEAVERMILL — компактного универсального фрезерного обрабатывающего центра компании, который размещается на площади 2 квадратных метра, но

способен обрабатывать нержавеющей сталь и титан. Подход к выполнению проекта вызвал огромное внимание и даже восхищение участников.

Разработка продуктов проходит в несколько стадий: определение концепта, валидация концепта, разработка, валидация производства и старт производства. Особое внимание Александр обратил на первую и четвертую стадии. Ключевые моменты и сложности первой стадии — это стратегический концепт, визуальные и функциональные характеристики, анализ осуществимости. Чем лучше сделана работа на первой стадии, тем более гладко проходит следующая.

Выбору проекта и концепции перспективного станка компании предшествовал опрос пользователей станочного оборудования многих стран о потребностях их производства. Практически все из них ответили, что хотели бы приобрести компактный и недорогой станок. При этом пользователи были готовы сами обслуживать оборудование, не нанимая сторонних специалистов.

Далее встал вопрос: что нужно, чтобы спроектировать выдающийся продукт? Только по концепции машины рассматривались 10 вариантов различной формы, и для каждой формы были проработаны эргономические вопросы, такие как удаление стружки, снятие заготовки, транспортировка, упаковка и т.д. То есть для того чтобы сделать, казалось бы, простую форму, был вложен огромный труд.

В результате валидации было разработано более 800 уникальных деталей, протестировано более 100 прототипов узлов и компонентов, количество выпущенных чертежей составило более 1500, количество оснастки — более 100, исследовано составов материалов — более 60. Суммарная трудоемкость создания составила порядка 144 000 часов инженерной работы.

При создании станка использовалось порядка 20 технических дисциплин. Основные технические вещи закрывает сама компания: разработка концепта, кастомная электроника, ПО, логика работы станка и др. В станке 800 компонентов российского производства, 51 компонент закупается в Китае. Качественная сборка предполагает,

что все компоненты идеальны. При выборе компонентов, материалов и комплектующих производитель станка всегда должен помнить, что от его работы зависит, выпустит ли пользователь производственную продукцию высокого качества и в срок.

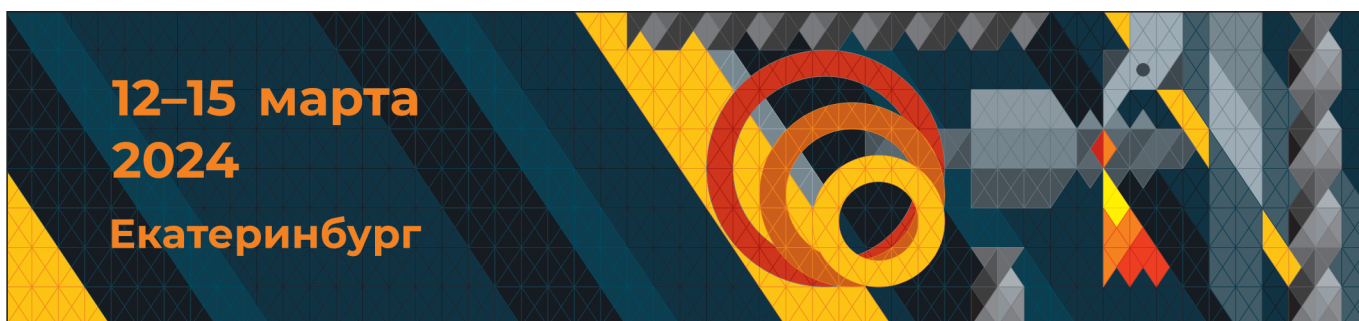
Все представленные в ходе конференции доклады отразили трудный путь станкостроительных компаний в переломный период истории. И конечно, успехи каждой из них способствуют восстановлению российской станкоинструментальной отрасли, важность которой уже никому не нужно доказывать.

В завершение хочется отметить, что в НСПОИМ входит 47 компаний с суммарным годовым оборотом участников более 50 млрд руб. За 4 года НСПОИМ проведено более 80 отраслевых мероприятий, отмечены более 100 000 просмотров конференций на Youtube-канале организации. В рамках выставочной деятельности на московской выставке «Металлообработка» силами НСПОИМ несколько раз организовывалась специализированная экспозиция «Индустрия 4.0», в 2023 году в первый раз был проведен Национальный металлообрабатывающий форум «NMF-2023». По мнению организаторов, этот форум — не просто «еще одно место встречи, а новое место встречи правильных людей, понимающих в металлообработке». В следующем году форум будет проходить с 21 по 24 мая в Москве в МВЦ «Крокус Экспо». Ожидается, что площадь экспозиции вырастет в два раза, а деловая программа будет еще более насыщенной. Организаторы приглашают к участию специалистов отрасли.

#### Видеозапись конференции

<https://www.youtube.com/watch?v=57KX1WY9k-g&t=5s>

Татьяна Карпова



## металлургмаш. литмаш. металлоконструкции

выставка технологий и оборудования  
для металлургии, литейной промышленности  
и готовой металлопродукции

(342) 264-64-24  
bav@expoperm.ru

[metalmash.expoperm.ru](http://metalmash.expoperm.ru)

PRO  
ЭХРО



## О РАЗВИТИИ СВАРОЧНЫХ И СМЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

С 20 по 24 ноября в Институте физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова, обособленном подразделении ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», прошел второй круглый стол «Современные технологии и материалы для сварки, наплавки и обработки изделий техники и конструкций Севера». Это мероприятие было посвящено двум юбилеям: 55-летию отдела технологий сварки и металлургии ИФТПС СО РАН и 85-летию со дня рождения академика В.П. Ларионова.

Ю.Н. Сараев, д.т.н., ведущий научный сотрудник

Н.И. Голиков, д.т.н., главный научный сотрудник  
отдела сварки и металлургии ИФТПС СО РАН

М.М. Сидоров, к.т.н., старший научный сотрудник  
отделения технологии сварки ИФТПС СО РАН

В обсуждении вопросов круглого стола приняли активное участие представители научного сообщества, включая представителей ИФТПС СО РАН и ИПНГ СО РАН, а также преподаватели и студенты из Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова и Якутского индустриально-педагогического колледжа. От производственного сектора были представлены делегаты ООО «Якутский центр сварки», АО «Сахатранснефтегаз» и АО «Алмазы Анабара».

Технологические процессы сварочного производства в условиях Крайнего Севера и Арктики имеют свою специфику, связанную с климатическими особенностями этих регионов. При строительстве и ремонте стальных металлоконструкций на Севере и Арктике выполнение сварочных работ часто производится в условиях отрицательных температур окружающего воздуха. При этом трудоемко или в некоторых случаях невозможно обеспечить создание требуемых условий выполнения сварки. Согласно проведенным в ИФТПС СО РАН исследованиям, при сварке в условиях низких климатических температур повышается отвод тепла от зоны сварки, что оказывает существенное влияние на структуру и механические свойства сварного соединения. С ростом скорости охлаждения увеличивается вероятность образования закалочных структур, что может привести к снижению сопротивляемости сварных соединений к хрупким разрушениям. Для решения данных проблем необходимо применение современных технологий, сварочных материалов и оборудования, адаптированных для условий экстремально холодного климата.

Мероприятие сопровождалось рядом тематических докладов. Выступающие рассказали о новых тенденциях в области сварки в России; восстановительном ремонте оборудования промышленных производств, судовой и портовой техники в условиях Арктического региона; применяемых методах неразрушающего контроля; результатах исследований в области управления структурой и свойствами сварных соединений с использованием технологии импульсно-дуговой сварки; разработке прототипа аппарата для электромумфтовой сварки пластиковых труб при низких температурах; результатах исследования ударной вязкости сварных соединений различных конструкционных сталей; методе повышения износостойкости деталей техники на основе электродуговой наплавки; разработке сварочных материалов с добавлением редкоземельных элементов; способах испытаний сварных соединений полимерных трубопроводов; проблемах эксплуатации и ремонта магистральных газопроводов; восстановлении и ремонте горного оборудования и др. Были обозначены перспективные задачи в области создания техники и конструкций для использования в условиях Сибири, Крайнего Севера и Арктики. В ходе мероприятия участники также имели возможность ознакомиться с экспозицией материалов, оборудования и инструментов, предназначенных для проведения сварочных работ.

Также важным событием стал расширенный ученый совет ИФТПС СО РАН, где были представлены доклады о достижениях отдела технологий сварки и металлургии института; об истории исследований и перспективных задачах в области создания техники и конструкций для использования в условиях Сибири, Крайнего Севера и Арктики; о результатах ранее проведенных научно-технических мероприятий с привлечением производственных предприятий. Выступающие отметили необходимость возобновления сотрудничества между Красноярским филиалом Федерального исследовательского центра информационных и вычислительных технологий и ИФТПС СО РАН по направ-





лению низкотемпературных испытаний крупногабаритных изделий.

В целом следует отметить, что основным методом изготовления неразъемных соединений деталей машин и элементов конструкций является технологический процесс сварки. В то же время процесс сварки оказывает существенное влияние на надежность создаваемых конструкций, работающих в различных условиях эксплуатации, в том числе при экстремально холодном климате. В связи с этим проводимые мероприятия позволяют определить необходимые направления развития сварочных и смежных технологий в условиях Крайнего Севера, которые должны включать проблемы и требования реального сектора производства, а также вопросы образования, подготовки и аттестации специалистов сварочного производства.

Как решения конференции были отмечены (приведены в сокращении):

1. Перспективность направления НИР, выполняемых отделом технологий сварки металлургии ИФТПС СО РАН и лабораторией климатических испытаний ИПНГ СО РАН в области сварки и родственных технологий для обеспечения надежности сварных конструкций и техники Севера.

2. Необходимость принятия программы взаимодействия отдела технологии сварки и металлургии ИФТПС СО РАН с АО «Алмазы Анабара» для научно-технического сопровождения при решении производственных проблем по изнашиванию, упрочнению и восстановлению деталей техники Севера с применением отечественных сварочно-наплавочных материалов и оборудования, а также программы взаимодействия с АО «Сахатранснефтегаз» для разработки рекомендаций по ремонту сварных соединений магистральных газопроводов северного исполнения и устранению очагов стресс-коррозионных повреждений на трубопроводах в процессе эксплуатации.

3. Предложение перейти от существующей двухуровневой системы подготовки студентов по сварочным дисциплинам на полную базовую программу инженерной специальности (специалитет, инженер-сварщик), а также открытие диссертационного совета при ЯНЦ СО РАН, что будет в целом способствовать решению проблемы нехватки специалистов в области сварочного производства для предприятий Арктики и Крайнего Севера.

4. Целесообразность периодического проведения круглого стола как площадки для дискуссий и обсуждений производственных проблем и представления инновационных разработок.

5. Предложение включить в программу комплексных исследований региона Республики Саха (Якутия) проекты научного коллектива отдела технологий сварки и металлургии ИФТПС СО РАН, направленные на повышение надежности и живучести технических систем для эксплуатации в Арктической зоне и на Крайнем Севере. Это будет способствовать переходу экономики Якутии на новый, высокотехнологичный уровень и реализации мер в рамках Стратегии социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) до 2032 года с перспективой до 2050 года в соответствии с постановлением правительства Республики.

В завершение работы круглого стола участники отметили большой вклад академика В.П. Ларионова в создание отдела технологий сварки и металлургии и в развитие актуального научно-технического направления в области машиностроения и теории низкотемпературной прочности материалов и их сварных соединений.

<https://iptpn.ysn.ru/>



ПЕТЕРБУРГСКАЯ  
ТЕХНИЧЕСКАЯ  
ЯРМАРКА

**ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:**

- САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНГРЕСС
- КОНФЕРЕНЦИЯ «КРЕПЕЖ. КАЧЕСТВО И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»
- БИРЖА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ



24-26

АПРЕЛЯ  
2024

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»  
Петербургское шоссе, 64



РЕКЛАМА

+7 921 558 9561 | ptf@ptfair.ru | ptfair.ru

# ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ В КИПЯЩЕМ СЛОЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО КАТАЛИЗАТОРА

Ю.П. Жижин,  
директор ООО «ПКТИмаш-термо»

Р.Н. Трошин,  
ведущий инженер АО «АК «Туламашзавод»

Базовая нанотехнология термической и химико-термической обработки металлов в кипящем слое наноструктурированного катализатора (ТО и ХТО НК) — инновационный аппаратный метод проведения традиционных, широко применяемых в машиностроении и ремонтных производствах процессов термической и химико-термической обработки металлов.

Применение ТО и ХТО НК не требует изменения действующей конструкторской документации, т.к. обеспечиваются все требования существующих технологических регламентов.

Технология ТО и ХТО НК основана на использовании уникальных свойств наноструктурированного катализатора (мелкозернистые сферические частицы), находящегося во взвешенном состоянии под воздействием напора газовой среды и создающего требуемую защитную или насыщающую атмосферу.

Катализатор засыпается в тигель, в который с донной части через специальную решетку подается под давлением газозвдушная смесь из воздуха, углеродосодержащих и азотосодержащих газов в требуемых для создания необходимой рабочей атмосферы соотношениях. В рабочем пространстве создается среда, напоминающая кипящую густую кашу, в которой осуществляется проведение требуемого процесса обработки при заданной температуре. Нагрев тигля осуществляется электрическими нагревателями.

После создания всех необходимых условий (температура, псевдокипение катализатора, состав газозвдушной атмосферы) в катализатор, находящийся в состоянии псевдокипения, опускаются изделия для проведения требуемой обработки.

После завершения процесса периодически (один раз в 6–12 смен) осуществляется досыпание катализатора до требуемого уровня взамен изношенных и вынесенных частиц.



Рис. 1. Установка «Корунд»

Проведение процессов ТО и ХТО НК осуществляется в установках «Корунд» (рис. 1). Данная установка представляет собой шахтную печь, изготовленную в сборно-блочном исполнении, в которой размещен тигель, заполненный наноструктурированным катализатором. В днище тигля подается газозвдушная смесь, создающая псевдокипение катализатора и при заданной температуре необходимую для проведения процесса газовую атмосферу.

Установка оснащена системой управления подачей и составом газозвдушной смеси и микропроцессорным блоком контроля и регулирования температурных режимов.

Установки «Корунд» могут размещаться как в приемке, так и в напольном варианте с эстакадой.

В одном рабочем пространстве установки совмещено проведение трех процессов: нагрев деталей, создание требуемой рабочей атмосферы, высокотемпературная пескоструйная обработка поверхности обрабатываемых изделий.

Существует параметрический ряд установок «Корунд» из четырех наименований. Характеристики оборудования приведены в **таблице 1**.

Установки «Корунд» позволяют производить в одном рабочем пространстве (с незначительными переналадками):

- нагрев деталей (в т.ч. в защитной атмосфере) под закалку, отпуск, отжиг, нормализацию и др.;
- цементацию;
- нитроцементацию;
- азотирование (карбонитрацию).

Обработке могут подвергаться детали и инструмент массой до 200 кг из всех видов сталей, чугуна, цветных металлов, требующих температуры обработки не выше 1100 °С.

## ОБЪЕМНАЯ ТЕРМООБРАБОТКА

Нагрев деталей и инструмента под объемную термообработку (закалка, отпуск, отжиг, нормализация и т.п.) осуществляется в защитной атмосфере.

Инновационная технология обеспечивает:

- стабильность и воспроизводимость качественных характеристик (твердость, балл зерна, прочностные свойства металла);
- сохранение первоначальной чистоты поверхности изделий;
- отсутствие обезуглероженного слоя, окалины, пятнистой твердости, шелушения, налипания частиц, пр.;
- уменьшение коробления деталей в сравнении с обработкой в газовой среде от 2 до 5 раз в зависимости от конфигурации деталей;
- исключение вспомогательных операций (промывка, очистка);
- скорость и равномерность нагрева металла, сопоставимую с нагревом в жидких соляных ваннах;
- снижение затрат на энергоносители до 45 % в сравнении с традиционными технологиями.

Таблица 1. Основные параметры и размеры установок «Корунд»

Наименование параметра, единица измерения	Корунд-600 М	Корунд-300 М	Корунд-АНБ (азотирование)	Корунд отпуская М
Тип установки	Электродпечь сопротивления шахтная			
Размеры рабочего пространства, мм				
– диаметр	580	285	285	580
– высота	1100	1100	800	1100
Среда в рабочем пространстве	«кипящий слой» катализатора			
Максимальная рабочая температура, °С	1100	1100	700	700
Установленная мощность, кВт	100	42	42	70
Потребляемая мощность при проведении процессов, кВт/час	25	11	11	35
Масса садки с приспособлением (погружаемая часть), не более, кг	250	50	50	250
Перепад температуры в рабочем пространстве, °С	±5			
Исполнение печного блока	Сборно-секционное			
Футеровка	Глинисто волокнистый теплоизоляционный материал, легковесный огнеупорный кирпич марки ША-5 и ШЛ-09			
Материал тигля	35X18Н24С2Л	35X18Н24С2Л	12X18Н10Т	12X18Н10Т
Система контроля и автоматического управления азотным и углеродным потенциалом	Не требуется			–
Расход газозоудной смеси, м³/ч				
– воздуха	14,0–30,0	5,0–10,0	5,0–9,0	50,0–70,0
– природного газа (пропан-бутана)	5,0–15,0 (1,5–4,0)	4,0–7,0 (0,4–0,9)	3,0–5,0 (0,4–0,9)	–
– аммиака	0,5–2,0	0,2–0,3	1,0–3,0	–
Давление в газопроводах, кгс/см²				
– в пределах установки, не более	0,5	0,5	0,5	0,5 – 2,0
– в подводящих газопроводах:				
– воздух	4,0–6,0	4,0–6,0	4,0–6,0	4,0 – 6,0
– природный газ (пропан-бутан)	1,0–3,0 (0,8–1,5)	1,0–3,0 (0,8–1,5)	1,0–3,0 (0,8–1,5)	–
– аммиак	1,0–2,0	1,0–2,0	1,0–2,0	–
Нагревательные элементы	Суперфехраль (еврофехраль), расположенные на стенках печного блока			
Габариты печного блока, мм (не более)	1640x1640x3150	1310x1280x3000	1310x1280x3000	1300x1350x2560
Масса установки с катализатором, кг (не более)	5350	3720	3720	4200

Время нагрева и выдержки при объемной термообработке приведено в таблице 2.

**ЦЕМЕНТАЦИЯ И НИТРОЦЕМЕНТАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ И ИНСТРУМЕНТА**

Технология ТО ХТО НК обеспечивает:

- получение требуемых слоев: при цементации от 0,05 до 2,0 мм, при нитроцементации от 0,05 до 1,2 мм;
- стабильность и повторяемость получения качественных характеристик (толщина и микроструктура слоя, твердость, балл зерна и др.);
- сохранение первоначальной чистоты поверхности изделий;
- уменьшение коробления деталей в сравнении с обработкой в газовой среде от 2 до 5 раз в зависимости от конфигурации деталей;
- возможность проведения закалки непосредственно после проведения ХТО;
- снижение затрат на энергоносители до 45 % в сравнении с традиционными технологиями за счет увеличения скорости формирования слоя от 3 до 5 раз и выделения тепла в рабочем пространстве газозоудной смесью при

Таблица 2. Время нагрева и выдержки при объемной термообработке

Сталь	Время нагрева 1 мм сечения детали, мин	Время выдержки садки при отпуске*		
		Низкий 150–240°С	Средний 240–450°С	Высокий 450–600°С
Углеродистая	0,33	3 мин на 1 мм	2,5 мин на 1 мм	2 мин на 1 мм
Легированная	0,60			

\*минимальное время выдержки садки – 0,7 часа.

создании требуемой атмосферы.

Скорость формирования слоя при цементации и нитроцементации в сравнении с традиционными технологиями приведена на рис. 2 и рис. 3.

**АЗОТИРОВАНИЕ (КАРБОНИТРАЦИЯ, рис. 4)**

ТО и ХТО НК обеспечивает:

- получение требуемых слоев толщиной от 0,015 до 0,3 мм на деталях и инструменте из азотируемых сталей;
- стабильность и повторяемость получения качественных характеристик (толщина слоя, микроструктура и твердость) без измерения и корректировки азотного потенциала в рабочем пространстве;
- отсутствие нитридной корки, сколов и трещин азотированного слоя;



Рис. 2

— снижение затрат на энергоносители на 45 % в сравнении с традиционными технологиями за счет увеличения скорости азотирования в 3–5 раз.

**ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ И УСТАНОВОК ДЛЯ ТО И ХТО НК В СРАВНЕНИИ С ТРАДИЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ**

По экспертной оценке, на обработку по технологии ТО и ХТО НК с использованием установок «Корунд» можно перевести до 30 % всего объема термического производства в машиностроении.

Наибольший эффект применения ТО и ХТО НК дает на предприятиях единичного, мелкосерийного и серийного производства, т.к. на одной установке можно осуществлять проведение семи процессов.

Установки «Корунд» можно применять вместо шахтных, камерных печей, соляных ванн, в 95 % случаях вакуумного оборудования.

Одна установка «Корунд» замещает до трех единиц традиционного оборудования.

Установки «Корунд» отвечают всем требованиям производственных систем мирового класса (WCM).

Двадцатилетний опыт применения технологии и оборудования на двух десятках предприятий в России и за рубежом (Казахстан, Литва) в различных отраслях (оборонная и нефтегазодобывающая промышленность, станкостроение, приборостроение, инструментальное производство

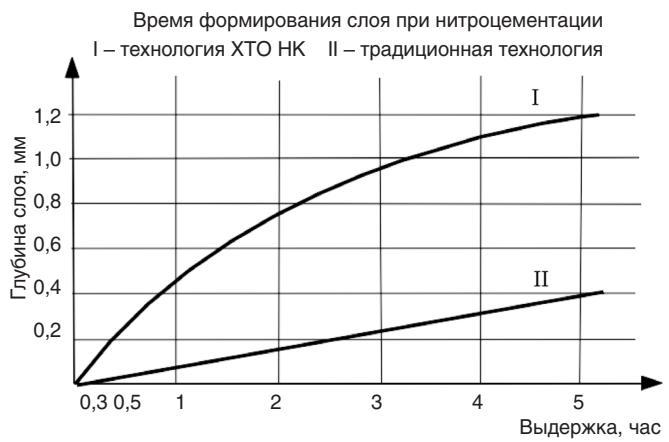


Рис. 3

и др.) показал:

— экологическую безопасность процессов (выделение вредных веществ в атмосферу находится в пределах норм ПДК, утилизация твердых отходов не требуется);

— гибкость производства из-за незначительных переделок оборудования при переходе с одного процесса на другой;

— стабильность характеристик обрабатываемых деталей (твердость, чистота поверхности, микроструктура, балл зерна);

— повышение скорости нагрева (в 3 раза) и скорости насыщения поверхности при ХТО (в 3–5 раз);

— снижение затрат на энергоресурсы (на 45 %);

— исключение применения дорогостоящих эндогенераторов, т.к. требуемая рабочая атмосфера создается непосредственно в рабочем пространстве;

— уменьшение коробления деталей после проведения высокотемпературных процессов в сравнении с традиционными технологиями от 2 до 5 раз;

— исключение вспомогательных операций (промывка, очистка деталей);

— сохранение первоначальной чистоты поверхности деталей после обработки, отсутствие окалины, пятнистой твердости;

— в большинстве случаев ликвидация финишных операций, имеющихся при традиционных процессах.

При всех преимуществах стоимость оборудования с учетом инжиниринговых услуг находится в пределах стоимости аналогов оборудования для традиционных технологий.



\* предложен к применению ФГУП «ВИАМ» (изменение № 4 от 02.07.2012 г. ПИ 1.2.699 – 2003 «Химико-термическая обработка сталей»)

\*\* слой 0,06–0,1 мм за 1 час; слой 0,1–0,2 мм за 2 часа; слой 0,2–0,3 мм за 3 часа.

Рис. 4

**Производителем и поставщиком оборудования и технологии является дочернее предприятие АО «АК «Туламашзавод»**  
**ООО «Механик-Туламаш», г. Тула, ул. Мосина, 2.**  
**Тел.: 8 (4872) 32-11-12, сот. 8-960-598-93-87,**  
**e-mail: pktimash-termo@yandex.ru**

При поставке оборудования осуществляет полный цикл инжиниринговых услуг, начиная с анализа номенклатуры производственной программы заказчика на предмет эффективности применения инновационной технологии и заканчивая отработкой технологии на деталях-представителях со сдачей ОТК заказчика и обучением персонала (технологов, термистов, электриков).



# КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Шестнадцатая международная специализированная выставка

## 26 - 28 марта 2024

Россия, Москва,  
ЦВК «Экспоцентр», павильоны 1 и 5



### Основные разделы выставки:

- Сырье для производства композитных материалов, компоненты: смолы, добавки, термопластики, углеродное волокно и т.д.
- Наполнители и модификаторы
- Стеклопластик, углепластик, графитопластик, базальтопластик, базальтовые волокна, древесно-полимерный композит (ДПК) и т.д.
- Полуфабрикаты (препреги)
- Промышленные (готовые) изделия из композитных материалов
- Технологии производства композитных материалов со специальными и заданными свойствами
- Оборудование и технологическая оснастка для производства композитных материалов
- Инструмент для обработки композитных материалов
- Измерительное и испытательное оборудование
- Сертификация, технический регламент
- Компьютерное моделирование
- Утилизация

Специальный раздел:  
**КЛЕИ И ГЕРМЕТИКИ**



выставка участник системы



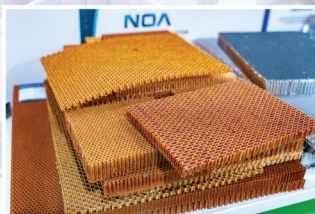
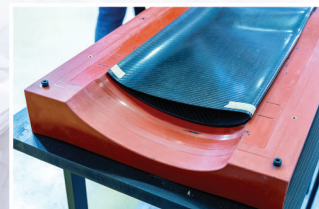
независимый выставочный аудит

Параллельно проводится выставка:



## ПОЛИУРЕТАНЭКС

Пятнадцатая международная специализированная выставка  
www.polyurethanex.ru



### Информационная поддержка:



### Дирекция:

Выставочная Компания «Мир-Экспо»  
115230, Россия, Москва, Хлебозаводский проезд,  
дом 7, строение 10, офис 507 | Тел.: 8 495 988-1620  
E-mail: info@composite-expo.ru | Сайт: www.composite-expo.ru

### Организатор:



youtube.com/user/compoexporussia



@compoexporussia



@compo

# 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 **1298 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 «Металлообработка» 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 инженеринговые 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	$D_{\text{шл.}} 1...500; L_{\text{шл.}} \leq 1600$	
		Внутришлифовальные станки	$(d_{\text{отв.}} \times L_{\text{шл.}}) \text{ наиб.: } 50...200 \times 50...240$	
		Резьбошлифовальный станок	Нар.: $D_{\text{наиб.}} \leq 100; L_{\text{шл. наиб.}} \leq 300$ Внутри: $D_{\text{наиб.}} \leq 50; L_{\text{шл. наиб.}} \leq 50$	
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 $L \times B \times H \leq 4000 \times 1350 \times 1250$ ; круглый стол $D \times H — 1000 \times 480$ Внутришлифовальные станки: $(D_{\text{уст.}} \times L_{\text{шл.}}) \text{ наиб.: } 560-800 \times 320-500$	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		Поставка запчастей. Капремонт и модернизация. Обработка корпусных деталей
		Плоскошлифовальные станки классов точности В и А.  Круглошлифовальные станки.	Плоскошлифовальные станки: с прямоугольным столом $L \times B \times H \leq 1600 \times 800 \times 600$ ; с круглым столом $D \times H — 630 \times 350$ $D_{\text{шл.}} \leq 400$	
5	ООО «Липецкое станкостроительное предприятие». ООО «ЛСП». С 2004 г. Среднее предприятие.	Плоскошлифовальные станки с прямоугольным столом	$L \times B \times H \leq 1500 \times 700 \times 1000$	Станки с ЧПУ. Пусконаладка, ремонт
		Плоскошлифовальные станки с круглым столом	$D \times H — 50-660 \times 350$	
		Круглошлифовальные станки	$D_{\text{шл.}} \leq 400; L_{\text{шл.}} \leq 2800$	
		Внутришлифовальные станки	$(d_{\text{отв.}} \times L_{\text{шл.}}) \text{ наиб.: } 13-80 \times 40-125$	
		Бесцентровошлифовальные станки	$D_{\text{шл.}} \leq 5...80; L_{\text{шл.}} \leq 180$	
6	АО «МСЗ-Салют». С 2000 г. Микропредприятие.	Зубошлифовальные станки, работающие коническим, профильным и плоским кругом	$D_{\text{наиб.}} : 9...1250; B_{\text{наиб.}} : 290$ $M_{\text{наиб.}} : 1,5...16$	Модернизация и ремонт
		Шлицешлифовальные станки	$D_{\text{наиб.}} \leq 320; L_{\text{шл.}} \leq 1850$	
		Резьбошлифовальные станки	$D_{\text{наиб.}} \leq 450; L_{\text{шл. наиб.}} \leq 500$	
		Внутришлифовальные станки	$d_{\text{шл.}} : 10...160; L_{\text{шл.}} : 1...100$	
7	ООО «Санкт-Петербургский завод прецизионного станкостроения». С 2005 г. Малое предприятие.	Оптические профилишлифовальные станки	$(L \times B \times H)_{\text{шл. наиб.}} \leq 250 \times 100 \times 78$ $(D \times L)_{\text{шл. наиб.}} \leq 40...300 \times 200$	Пусконаладка, ремонт
		Круглошлифовальные станки	$D_{\text{шл.}} — 0,25...100; L_{\text{шл.}} \leq 315$	
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: $D_{\text{наиб.}} : 320...800$ $M_{\text{наиб.}} : 8...16$ Для прямого зуба: $D_{\text{наиб.}} : 200; M_{\text{наиб.}} : 6$	Модернизация и ремонт
9	ООО «Станконова». С 2003 г. Малое предприятие.	Круглошлифовальные станки	$D_{\text{шл.}} 2...100; L_{\text{шл.}} \leq 140 (225)$	Современные компоновки, системы ЧПУ. Модернизация, сервис
		Зубошлифовальные станки	$D_{\text{наиб.}} : 1000; L_{\text{наиб.}} : 2000; M_{\text{наиб.}} : 16$	
		Шлицешлифовальные станки	$D_{\text{наиб.}} \leq 320; L_{\text{шл.}} \leq 1850$	
		Резьбошлифовальные станки в исполнении ЧПУ	$D_{\text{наиб.}} \leq 450; L_{\text{шл. наиб.}} \leq 500$	

Таблица 1 (продолжение)

№ п/п	Предприятие	Номенклатура оборудования для шлифования, особенности	Размеры обрабатываемых деталей, мм	Примечание, доп. услуги
10	<b>СТАН - САМАРА</b> 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 В и А. Всего более 20 моделей. Оснащение мембранными, цанговыми патронами с гидроуправлением, магнитными патронами, приборами активного контроля	D <sub>отв.</sub> : 3...400 L <sub>шл.</sub> : 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) <sub>уст. наиб.</sub> : 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 отличается высокой энергооснащённостью, 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 «ВСЗ «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

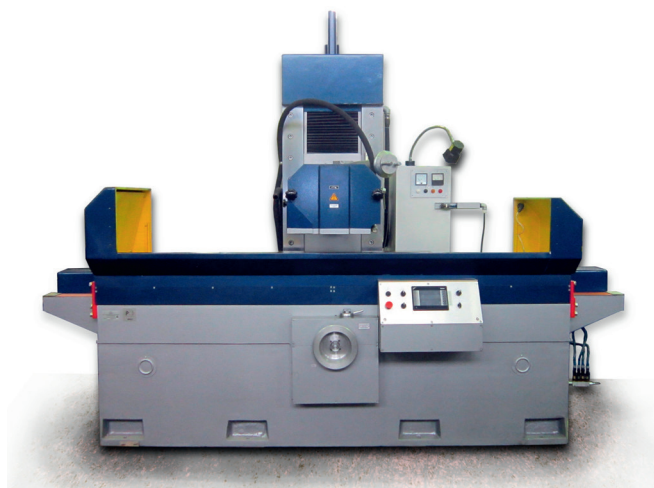


Рис. 2. Станок плоскошлифовальный мод. ЗЛ722В(А), ЗАО «Липецкий завод «Возрождение»

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 колёс, 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 профилишлифовальные 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-шлифованный 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 миро-

**Таблица 2**

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

вых продаж станков. Исследователи [15, 16] считают, что развитию рынков будет способствовать спрос со стороны автомобильного и энергетического секторов производства.

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 остребованных шлифовальных кругов на керамических связках — более 90 % по объёмам 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, торцшлифования, 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 Круги на вулканитовой связке Круги на поливинилформалевой и синтетической связке Круги из циркониевого электрокорунда		Головки и сегменты шлифовальные
3	АО НПК «Абразивы и шлифование». Малое предприятие.	Круги алмазные на керамической и органической связках Круги эльборовые на керамической и органической связках Высокопористый инструмент на керамической связке Прецизионный абразивный инструмент для импортных станков Шлифовальные абразивные головки		Абразивные бруски, пасты, бруски CBN, полировальные круги и 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, <a href="https://volgashlif.ru/">https://volgashlif.ru/</a>	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 Инструмент на бакелитовой связке Круги отрезные на бакелитовой связке Гибкий инструмент	D — 30...1060; T — 6...200 Зернистость — F80...F12 D — 125...400; T — 1...5 Зернистость — P24...P400	Входит в состав CUMI International Ltd (CUMI)
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 Абразивный инструмент на вулканитовой связке Абразивный инструмент на керамической связке Абразивный инструмент специального назначения		Инструмент на модифицированной бакелитовой связке
9	АО «Ивановские строительные материалы и абразивы» (ИСМА). Малое предприятие.	Шлифовальные круги Отрезные, зачистные, обдирочные круги Инструмент для шлифования Инструмент на гибкой основе		Сырьё и материалы
10	ОАО «Красногорский абразивный завод». Малое предприятие.	Абразивный инструмент на бакелитовой связке Абразивный инструмент на вулканитовой связке Абразивный инструмент на керамической связке Сегменты шлифовальные		Тела абразивные
11	АО «Косулинский абразивный завод» (КАЗ). Среднее предприятие.	Круги горячего прессования Круги отрезные и шлифовальные Круги на бакелитовой связке Круги на керамической связке	D — 250...610; T — 63...76 D — 100...900; T — 3...9 D — 40...900; T — 20...150 D — 25...900; T — 4...250	Бруски и сегменты на бакелитовой и керамической связках

**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 M40...M100	
		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 «Элак», «Элкопор», «Кампласт», «Инпор»		Бруски шлифовальные и паста полировальная
		Зачистные круги «Элак»		
		Гибкий инструмент: головки «Элак», «Элкопор», «Кампласт»		
		Шлифовальная шкурка на мездровом клее «Органил»		

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

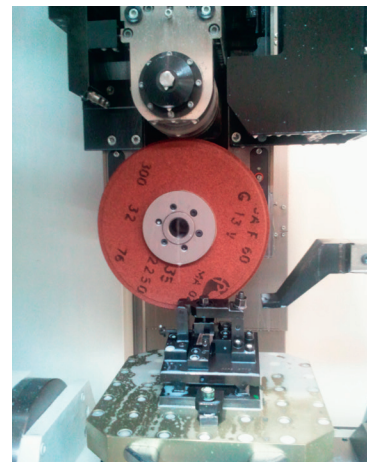
В такой ситуации остро необходимо импортозамещение инструмента, которым оснащался бы парк в том числе зарубежного оборудования и стимулировал разработку научно-технических решений по созданию высокопроизводительных аналогов при ограниченных ресурсах их изготовления.

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, упрощённый 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 зарубеж-

ных 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 повышении 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-vozm-ozhnostyami/?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/87ydvamij1-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.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ПОКОВОК, ПОЛУЧАЕМЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ СДВИГОМ

Статья посвящена технологии комбинированного выдавливания сдвигом (КВС) изделий различной конфигурации и назначения. Предложен классификатор изделий применительно к комбинированному выдавливанию сдвигом. Приведены примеры апробирования метода КВС в производственных условиях.

Катрич Юрий Павлович, ведущий инженер МФТИ  
E-mail: katrich.iup@mipt.ru

Петров Александр Николаевич, д.т.н.,  
Московский политехнический университет  
Email: alexander\_petr@mail.ru

Петров Михаил Александрович, к.т.н., Dr. Ing.,  
Московский политехнический университет  
E-mail: petrovma\_mospolytech@mail.ru

## ВВЕДЕНИЕ

Комбинированное выдавливание (КВ, **рис. 1**) применяют для получения пустотелых изделий типа стаканов с отростком. Материал заготовки выдавливается из контейнера навстречу пуансону и в отверстие дна контейнера по ходу движения пуансона (**рис. 1**). Удельные давления на пуансоне и контейнере меньше, по сравнению с обратным выдавливанием [7].

При соотношении геометрических размеров высоты  $h$  к диаметру заготовки  $D$  или пуансона  $d$ , когда диаметр контейнера имеет большие размеры, происходит торможение материала заготовки навстречу пуансону и течение (выдавливание) происходит только в отверстие дна контейнера. Верхний торец поковки остается неподвижным. Такой процесс получил название комбинированного выдавливания сдвигом или сокращённо — КВС [7...12].

Движение материала относительно пуансона (подобно схеме ОВ) и течение материала в отверстие (подобно схеме ПВ) осуществляется за счет сдвиговых деформаций в области, ограниченной крайними точками пуансона и очка матрицы (показано пунктирной линией, **рис. 2а**). Аналогичная картина течения материала наблюдается и при КВС в конической контейнере-матрице (**рис. 2б**).

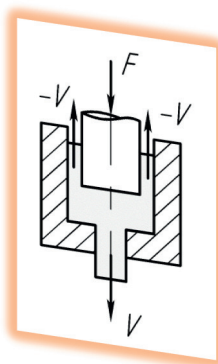
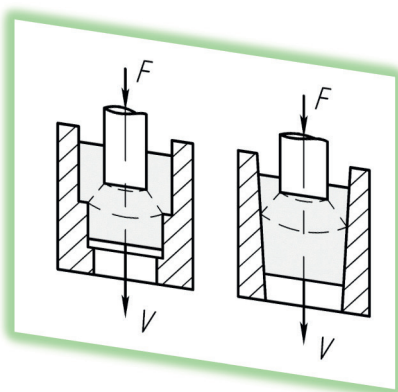


Рис. 1. Комбинированное выдавливание (КВ)



а) ступенчатая б) коническая  
Рис. 2. Разновидность контейнер-матриц для процессов КВС

КВС реализуется для следующих значений геометрических параметров заготовки и инструмента: отношение высоты заготовки к диаметру пуансона меньше  $h/d < 1,8$ ; отношение квадратов диаметров пуансона и матрицы в диапазоне  $0,11 \dots 1$ ; максимальное отношение квадратов диаметров очка матрицы и контейнера  $0,17 \dots 0,92$ . Глубина прошиваемого отверстия может составлять до 6 диаметров пуансона ( $d$ ) [6, 7].

Предлагаемый процесс выдавливания (КВС) позволит значительно повысить технико-экономические показатели технологического процесса и, как следствие, уменьшить себестоимость поковок [1, 2, 7].

В работе [6, 7] приведена диаграмма (**рис. 3**) практического применения КВС в заготовительном производстве, полученная экспериментально для заготовок из стали 45 при температуре  $900^\circ\text{C}$ . Сила деформирования при КВС максимальная в момент внедрения пуансона в заготовку на глубину  $(1,2 \dots 0,8) \times d$ . С увеличением глубины выдавливания уменьшается коэффициент выдавливания  $K$  и наоборот.

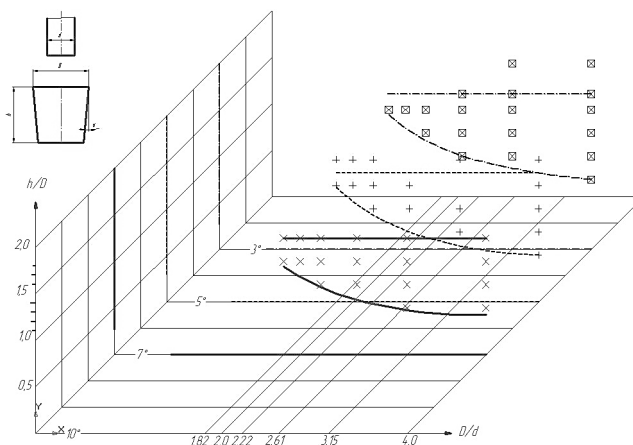


Рис. 3. Диаграмма применения процесса КВС

**Цель работы:** разработка классификатора поковок применительно к предлагаемому технологическому процессу КВС.

В классификаторе все поковки разбиты на два класса по геометрическому признаку (**таблица 1** и **2**). В каждом классе существует деление поковок на пять подклассов по технологическому признаку.

К первому классу изделий (**таблица 1**) относятся втулки конические или ступенчатые глухие и пустотелые с фланцем и без фланца. В этом классе выделено пять подклассов по технологическому признаку. Технология изготовления поковок в первом и втором подклассе основана на прошивке КВС.

Технология изготовления поковок 3 и 4 подклассов включает формирование фланца с коническим или ступенчатым стержнем с последующей прошивкой КВС.

Типовые изделия 3 и 4 подклассов: каретки комбайна и цапфы легкового, грузового автомобиля [1, 2]. Размеры цапфы грузового автомобиля приведены на **рис. 4**. На **рис. 5** показана цапфа после штамповки по технологии КВС и после традиционной (объемной) штамповки.

На **рис. 6** показана поковка шпинделя металлорежущего станка 16К30ФЗ: диаметр фланца 230 мм, диаметр отверстия 60 мм, длина шпинделя 1168 мм.

К пятому подклассу относятся детали с конической внутренней и наружной поверхностью. Технология изготовления таких деталей совмещает прошивку КВС с обратным выдавливанием.

Ко второму классу изделий (**таблица 2**) относятся втулки с гладкой наружной поверхностью. В первом подклассе выделены однослойные втулки. Во втором — многослойные сквозные втулки и глухие стаканы. В одной матрице совмещены операции калибровки на конус заготовки, прошивки калиброванной заготовки и протяжки прошитой заготовки за каждый ход прессы [10, 11].

Детали типа втулок: ниппели и муфты для замков трубопроводов; втулки и гильзы с  $h = 6-8d$ , относятся ко второму классу, 3...5 подклассу. На **рис. 7 и 8** показана 3D-модель поковки «нипель элемента нефтегазовой арматуры».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В кратком обзоре статьи изложена новая технология малоотходного изготовления деталей круглых в плане с элементами выдавливания: цапфы, втулки, валы, ниппели и т.п.

2. Предложен классификатор применительно к вышеназванным деталям.

3. На примере цапфы (**рис. 4, 5**) показаны переходы штамповки КВС и отходы по новой технологии в сравнении с традиционной технологией.

4. Для реализации новой предлагаемой технологии КВС можно использовать традиционное модернизированное оборудование: кривошипный горячештамповочный пресс или гидравлический пресс, оснащенные цифровой системой контроля управления прессом и технологическим процессом.

## Литература

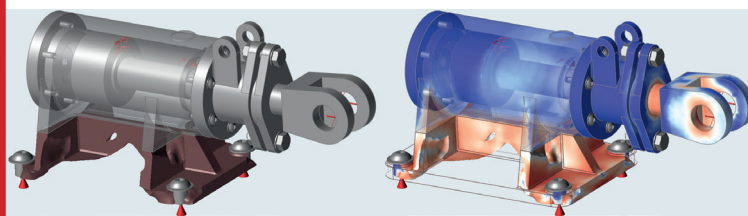
1. Катрич Ю. П. Комбинированное выдавливание сдвигом // Заготовительные производства в машиностроении. 2005. № 3.
2. Катрич Ю. П., Петров А. Н., Петров П. А. Комбинированное выдавливание сдвигом // Обработка материалов давлением. Сборник научных трудов. Краматорск: Донбасская государственная машиностроительная академия, 2010 г.
3. Потапенко К. Е., Воронков В. И., Петров П. А. Определение модели сопротивления деформации по найденным изотермическим кривым текучести с применением современных компьютерных программ // Заготовительные производства в машиностроении. 2013. № 8. С. 32–38.
4. Воронков В. И., Потапенко К. Е., Петров П. А., Выдумкина С. В. Получение уточненных данных по сопротивлению пластической деформации при горячей объемной штамповке алюминиевых сплавов АД35 и АД31 // Авиационные материалы и технологии. 2017. № 1 (46). С. 3–10.
5. Катрич Ю. П., Куликов М. А., Воронков В. И. Моделирование получения толстостенных трубных заготовок методом комбинированного выдавливания сдвигом // Известия ТулГУ. Технические науки. 2017. № 11(1). С. 27–285.



Кафедра «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии» Московского политехнического университета специализируется на компьютерном проектировании технологии и создании её цифрового двойника (digital twin). Задача специализации — получение наилучшего совпадения результатов моделирования с результатами натуральных экспериментов. В своей работе сотрудниками кафедры применяется современное российское и зарубежное программное обеспечение.

## ОСНОВНЫМИ НАПРАВЛЕНИЯМИ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТОК КАФЕДРЫ ЯВЛЯЮТСЯ:

- исследование технологических свойств материалов для аддитивных технологий и выбор термомеханических режимов 3D-печати;
- разработка технологий и оборудования для аддитивного производства;
- обратный инжиниринг и топологическая оптимизация для решения задач обработки давлением и аддитивного производства;
- листовая и объёмная штамповка, прокатка — разработка, исследование, внедрение технологий на опытное или серийное производство;
- разработка, исследование, внедрение технологий изготовления метизных и крепежных изделий;



- специальные процессы штамповки: изотермическая штамповка и штамповка с кручением чёрных и цветных сплавов;
- повышение стойкости штамповой оснастки и кузнечно-штамповочное оборудование;
- разработка моделей материалов для компьютерного моделирования технологий обработки давлением.

## КАФЕДРОЙ ВЕДЁТСЯ ПОДГОТОВКА КАДРОВ ПО СЛЕДУЮЩИМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОГРАММАМ:

- «Машины и технологии обработки материалов давлением» (очное, бакалавриат, 15.03.01 Машиностроение);
- «Аддитивные технологии» (очное, бакалавриат, 27.03.05 Инноватика);
- «Цифровые технологии аддитивного и заготовительного производства» (очное, магистратура, 15.04.01 Машиностроение).



Контактная информация:  
115280, г. Москва,  
ул. Автозаводская, д. 16  
Тел.: +7/495/ 223-05-23, доб. 2344,  
e-mail: omd.at@mospolytech.ru



Таблица 1

Класс	Подкласс				
	1	2	3	4	5
1 $h = 3 \dots 10d$					
			Рис. 4 и 5	Рис. 6	

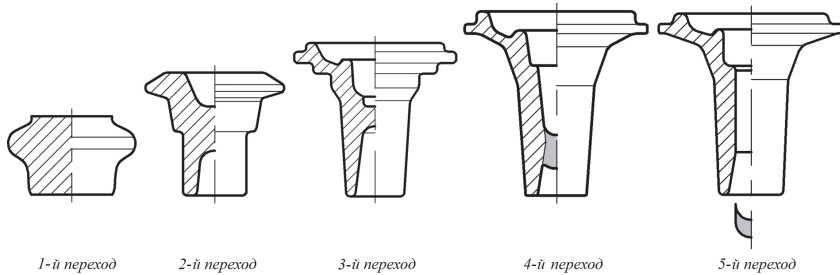


Рис. 4. Цапфа грузового автомобиля: эскиз переходов штамповки КВС



Рис. 5. Общий вид поковки цапфы после штамповки: 1 — отходы после штамповки КВС, 2 — отходы после традиционной штамповки

- Петров М. А., Петров А. Н. Конечно-элементное моделирование процесса комбинированного выдавливания сдвигом для изготовления поковки «ниппель» // Технология металлов. 2022. № 7. С. 54–64.
- Катрич Ю. П., Петров А. Н., Петров М. А. Технология комбинированного выдавливания сдвигом // Ритм машиностроения. 2022. № 9. С. 40–43.
- Пат. № 2308347 РФ, МПК В 21К 21/08 от 20.09.2005 г. «Способ изготовления деталей типа втулок, имеющих сквозную полость и наружную поверхность с переменным вдоль оси сечением». Катрич Ю. П.
- Катрич Ю. П., Каменев Е. А., Бергалиев Т. Комбинированное выдавливание сдвигом // Научные технологии в машиностроении. 2014. № 4.
- Патент № 2422237 РФ, МПК В 21К 21/00, В 21J 5/00 от 23.12.2009 г. «Способ получения изделий типа втулок». Катрич Ю. П.
- Патент № 2674798 РФ, МПК В21К 21/06 от 18.08.2016 г. «Заготовка для изготовления многослойных пустотелых изделий обработкой материалов давлением, способ изготовления многослойных пустотелых изделий и изделие, полученное указанным способом». Катрич Ю. П., Каменев Е. А. Гусев М. В.
- Патент № 2721253 РФ, МПК В21 В17/02 от 09.09.2019 г. «Способ изготовления длиномерных пустотелых изделий и устройство для его реализации» Катрич Ю. П., Каменев Е. А., Евтеев Е. А.

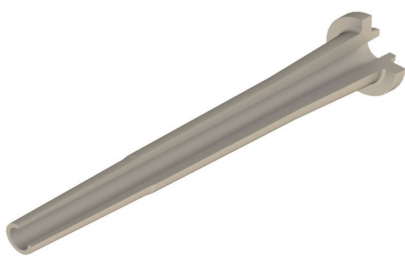


Рис. 6. 3D-модель, поковка «шпindelь металлорежущего станка»

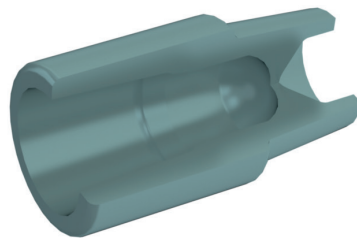


Рис. 7. 3D-модель, поковка «ниппель нефтегазовой арматуры»

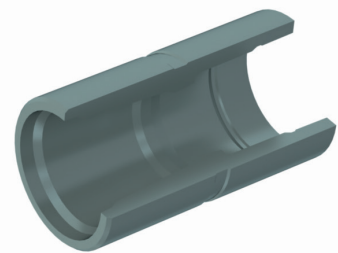


Рис. 8. 3D-модель, деталь «муфта нефтегазовой арматуры»

Таблица 2

Класс	Подкласс				
	1	2	3	4	5
2 $h = 10 \dots 12d$					
					Рис. 7; $h = 6 \dots 8d$



# СКВОЗНЫЕ ЭФФЕКТЫ ЦИФРОВОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Данной статьей инициируется обсуждение темы сквозного управления и сквозных процессов в сфере промышленного программного обеспечения, позволяющего получать различные производственно-экономические эффекты для машиностроительных предприятий. Предложенная тема многопланова и имеет несколько аспектов рассмотрения и инструментальной реализации.



**Макаров В.М.,**  
доктор технических наук, ведущий научный сотрудник научно-технического центра «Машиностроение»,  
VIMakarov@topsbi.ru



**Крупнов А.А.,**  
директор Департамента профессионального сервиса,  
AKrupnov@topsbi.ru

ООО «TopS Business Integrator» (TopS BI)  
www.topsbi.ru — входит в НКК www.ncc.ru/it-solutions

## О ТЕРМИНОЛОГИИ

Цифровой уклад трансформирует существующий тезаурус в машиностроении — появляются новые понятия, или в известные термины закладывается иной смысл, соответствующий современным реалиям. В статьях и материалах о внедрении современных IT-решений комплексной автоматизации жизненного цикла изделий (ЖЦИ) машиностроения сегодня довольно часто используется термин «сквозной» в разных интерпретациях.

Термин «сквозные цифровые технологии» впервые был использован в тексте программы «Цифровая экономика РФ», утвержденной распоряжением правительства 28 июля 2017 года [1]. Сквозные цифровые технологии кардинально меняют модели производства и систему взаимодействия хозяйствующих субъектов, вносят необратимую трансформацию в организацию современных производственных и бизнес-процессов, порождают новые бизнес-модели. В документе обоснованием признаков сквозных технологий является их универсальность в применении, инвариантность к продуктовой и отраслевой специфике экономики РФ. При обозначенной универсальности сквозной эффект возникает вследствие возможности гармоничного встраивания сквозных цифровых технологий в любую промышленную или социальную среду.

Обозначенная проблема развития цифрового тезауруса как системы понятий обусловлена разночтением термина «сквозной» — он интерпретируется либо как неотъемлемое свойство некоторого решения, либо как выявленный операционный эффект бизнес-деятельности, либо по-иному, поэтому этот вопрос нуждается в прояснении.

Подчеркнем, что нормативной основы для применения понятия «сквозной» в машиностроении пока не существует. Понятийный аппарат «жизненного цикла» систем и изделий весьма противоречив не только по разбиению ЖЦИ по этапам и стадиям, но и по классификации бизнес-процессов, не регламентирует их на кросс-функциональность, напрямую связанную со сквозными эффектами [2]. Например, 34-я серия ГОСТ «Автоматизированные системы» по управлению данными не раскрывает обозначенных аспектов функционирования информационных систем (IT-решений).

Сквозными часто именуются *технологии, процессы, инструменты* и иные атрибуты машиностроительной среды без сколько-нибудь серьезного обоснования их признаков

Таблица 1

№	Компания / решение	Источник	Определение сквозного эффекта
1	2	3	4
1	АСКОН / ТИС ЯОК	<a href="https://sapr.ru/article/24614">https://sapr.ru/article/24614</a>	«Сквозная 3D-технология АСКОН: решение для ОПК, крупного бизнеса и масштабных проектов»
2	ЗАО «Топ системы»/ T-FLEX	<a href="https://sapr.ru/article/8292">https://sapr.ru/article/8292</a>	«Комплекс T-FLEX — технология сквозного проектирования»
3	РФЯЦ-ВНИИЭФ/ Сарус-PLM	<a href="https://digitalrosatom.ru/marketplace/sarus">https://digitalrosatom.ru/marketplace/sarus</a>	«Сквозная технология полного жизненного цикла и управления»
4	НКК /ГКС / TopS BI / ЦР СРПП	www.topsbi.ru	«Сквозной производственный процесс»
5	НАО «Генезис знаний» / Smart Factory	<a href="http://www.kg.ru/solutions/smart-factory/">http://www.kg.ru/solutions/smart-factory/</a>	«Сквозное управление жизненным циклом изделий»
6	CPS	<a href="https://habr.com/ru/companies/click/articles/671470/">https://habr.com/ru/companies/click/articles/671470/</a>	Сервисы сквозной аналитики

и характерных свойств. Считаем, что настала пора упорядочения терминологических вариаций в этой области, необходимо раскрыть смысл и различия каждого аспекта сквозной эффективности, оценить их полезные эффекты, методы и средства реализации, поддерживающий инструментарий и актуальность нормативного обеспечения.

Авторы статей, пособий и интервью по данной теме делают попытки раскрыть транслируемое ими понятие «сквозности» для представляемых IT-решений. При этом не всегда четко просматривается логическая связь между понятием «**сквозной**» и свойствами «комплексной автоматизации», «интегрированной цифровизации», «системой автоматизированного проектирования», «бесшовной» передачи информации на всех этапах жизненного цикла изделий, «сервиса сквозной аналитики», «единым информационным пространством», «полной информационной прозрачности» и т.п. определений свойств и эффектов разработанных и применяемых решений (таблица 1).

*Статья посвящена особым условиям организации информационной среды машиностроительной деятельности, в которой эффект от применения сквозных процессов или внедрения сквозных технологий является многоплановым и актуальным, проявляется наиболее значимо через цифровой PLM-инструментарий поддержки жизненного цикла изделий или сетевцентрично-мультиагентные технологии управления.*

## СПЕЦИФИКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Цифровой уклад должен решить две ключевые проблемы управления ЖЦИ российских предприятий: первая — управленческая, связанная с информационными разрывами в технологической среде из-за сложного документооборота и невозможностью тотального контроллинга бизнес-процессов на основе стандартов деятельности; вторая — инженерная, обусловленная итерационным характером проектирования наукоемких изделий поисковыми методами последовательных приближений в коллективном междисциплинарном сотворчестве конструкторов, расчетчиков, технологов, производственников, сервисных специалистов, использующих устаревший обмен данными об изделиях и «ручные» методы коммуникаций и управления изменениями, которые порождают неизбежные ошибки в документации по изделиям [3].

В традиционных процессах создания наукоемких изделий машиностроения возникает проблема отсутствия информационного единства и размытости объектов управления из-за отсутствия общего информационно-методологического центра и эффективных регуляторов при наполнении информационных потоков по изделию. Это приводит к рассогласованиям, которые сама организационная система не может выправить, поскольку информационный обмен между различными уровнями управления носит агрегированный характер, а внутренняя информация внутри каждого уровня на разных стадиях ЖЦИ формируется по различным принципам, отражая различные аспекты существования изделия как проекта или образца техники. Для нивелирования возникающих проблем интероперабельности, непрозрачности процедур обмена данными и сложности управления изменениями служат сквозные сущности, обладающие свойством универсальности, или сквозные процессы, генерируемые целенаправленно [3, 6].

Для преодоления информационных разрывов между службами на предприятиях начальной фазой цифровых преобразований должны стать правильно сформированные исходные данные по изделиям, оцифровка которых позволяет заложить единую информационную платформу для всех стадий жизненного цикла, обеспечивающую его целостность, системность деятельности и комплексность управления, т.е. базовые атрибуты сквозного управления ЖЦИ. Это достигается, по нашему мнению, двумя подходами в «сквозном управлении ЖЦИ»: 1 — PLM-средой; 2 — сетевцентрической средой [4].

В понятие «сквозной» стали вкладывать свойство мультиэффекта. Так, термин «сквозной эффект» стоит в одной связке с такими понятиями, как «интеграция», «комплексность», «системность», «синергия», «мультипликация», «интероперабельность», «адаптивность», «сетевое управление» и другими обобщающими понятиями эффективности и совместимости разнородных результатов и данных. В цифровых решениях эти отдельные свойства рассматриваемых систем часто объединены неразрывно, поэтому в таких случаях сквозной эффект обеспечивает более высокий уровень качества и функциональности системы, дающий ей существенно большую конкурентоспособность.

Матричная природа организации сложных систем вынуждает искать способы борьбы с такими «проклятиями» машиностроения, как большая размерность изделий, дискретность производства, итерационность достижения результата, распределенность среды. Поскольку мы работаем с высокотехнологичными продуктами и создаем их с помощью кооперационно разветвленной технологической среды, то сквозные эффекты становятся для нас синонимом обеспечения ее целостности, информационной связанности и управляемости.

В силу дискретности машиностроения декомпозируется на ряд крупных стадий, объектов и предметов деятельности в разнообразной инфраструктуре, в рамках которых могут присутствовать типовые (универсальные) локальные бизнес-сущности. В ЖЦИ некоторые процессы выполняются независимо друг от друга (последовательно), или совместно сосуществуют на некоторых отрезках времени ЖЦИ (параллельно), или выполняются параллельно-последовательно, проявляя эффект сквозного прохождения всех стадий ЖЦИ на каждой его фазе. Управленческие бизнес-процессы, называемые сквозными, пронизывают повсеместно весь ЖЦИ, обеспечивая требуемую операционную эффективность бизнес-деятельности и заданных параметров контракта на каждой стадии ЖЦИ образцов техники. В качестве примера рассмотрим подпроцесс «**управление качеством**». Можно сказать, что это подпроцесс тотального применения: на каждом шаге бизнес-цикла мы обязаны контролировать и управлять тем, насколько правильно выполняются регламенты или качественные работы в конкретный период создания продукта. Таким образом, «сквозное» свойство проявляется через повсеместность применения некоторой сущности в рассматриваемой системе «всквозную» от начала до конца для достижения операционной эффективности. Аналогичным свойством обладает в ЖЦИ такой подпроцесс, как «**управление изменениями**». С другой стороны, под термином «сквозной» часто понимается некоторый достигаемый эффект (с помощью разработанного атрибута (сущности, решения), закладываемого в IT-продукт).

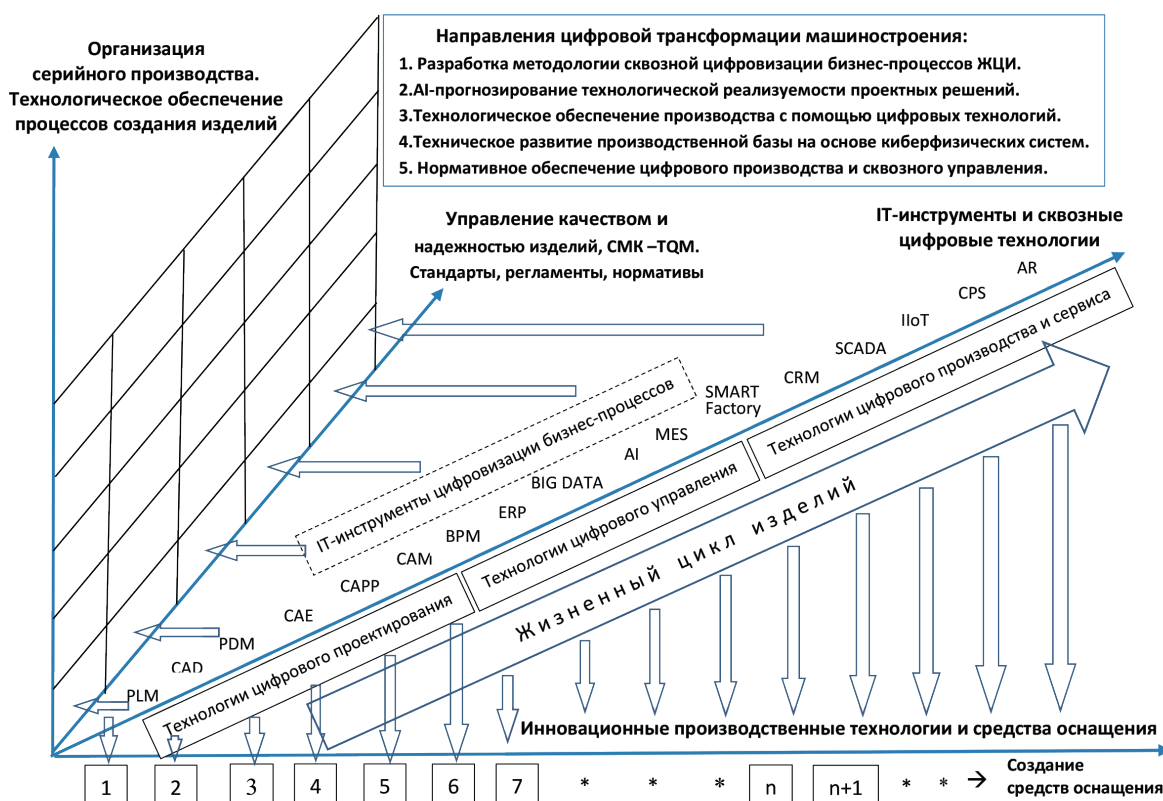


Рис. 1. Модель технологической среды цифрового машиностроения

Процесс создания машиностроительных изделий характеризуется последовательной **стадийностью** (когда переход к следующей стадии возможен при условии достижения результатов, запланированных для текущей стадии), **проектным управлением** (что связано с планированием, оценкой и контролем), **технологичностью** (синергичностью связанностью проектной разработки с производственной средой реализации), **циклической повторяемостью** работ для серии изделий, периодическим **документированием** полученных результатов, **итерационностью синтеза** их конструкции, что обуславливает вынужденное **внесение** системных уточняющих **изменений** в достигнутый на промежуточных фазах результат, тесными междисциплинарными **коммуникациями** между службами и **коллективизмом (параллельностью)** работы над изделием [3, 4]. Вышесказанное предполагает применение и регламентацию сложных наукоемких алгоритмов деятельности в машиностроении и применение разнообразных инструментов работниками машиностроительных предприятий и соисполнителями по кооперации при выполнении контрактов [5].

Представим цифровую среду машиностроения графически на **рис. 1**. Цифровизация трансформирует жизненный цикл машиностроительных изделий с помощью цифровых технологий (**рис. 1**), обозначенных сквозными в [1]. В результате их синергетического и мультипликативного эффектов формируется цифровое машиностроение. Сквозные процессы, с одной стороны, усложняют ЖЦИ в вопросах организации и управляемости бизнес-деятельности, а с другой стороны, являются системными интеграторами данных об изделиях, обеспечивая управляемость всех стадий и этапов их ЖЦИ и их комплексированную взаимосвязанность. При этом сквозные процессы являются синонимом информационной неразрывности и целостности

всей бизнес-цепи создания ценности в ЖЦИ, тем самым проявляя организационно-технологические эффекты для достижения гармоничных условий управляемости и функционирования производственной системы.

### ЦИФРОВИЗАЦИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ СКВОЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Как известно, PLM-среда является центральным инструментом интеграции стадий ЖЦИ и несет в себе возможность объединения на единой информационной платформе всех фаз цикла создания и эксплуатации сложной техники — от разработки до сервиса и утилизации. При этом **бизнес-процессы ЖЦИ** имеют разную природу функционирования и временные циклы своего проявления, разделяясь на **основные, обеспечивающие, управления и развития**. В рамках ЖЦИ выделим следующие сквозные процессы ЖЦИ, имеющие управленческий статус: **1 – управление данными; 2 – управление проектами; 3 – управление изменениями; 4 – управление качеством**. И каждый из этих процессов обладает свойством цикличности — он имеет определенный алгоритм исполнения, повторяющийся на каждой стадии жизненного цикла изделий. В силу этого управленческие процессы проявляют сквозные (интеграционные и межфункциональные) эффекты в цифровом машиностроении, обеспечивая высокое качество разрабатываемого проекта изделия и существенное сокращение сроков его создания за счет информационной неразрывности данных об изделии в PLM-среде, позволяющей достичь безошибочности и скоротечности внесения изменений, прозрачности и управляемости технологической среды. Вышеназванные процессы будем называть сквозными процессами в ЖЦИ вследствие их кросс-функциональности и эффектов синергии (**рис. 2**).

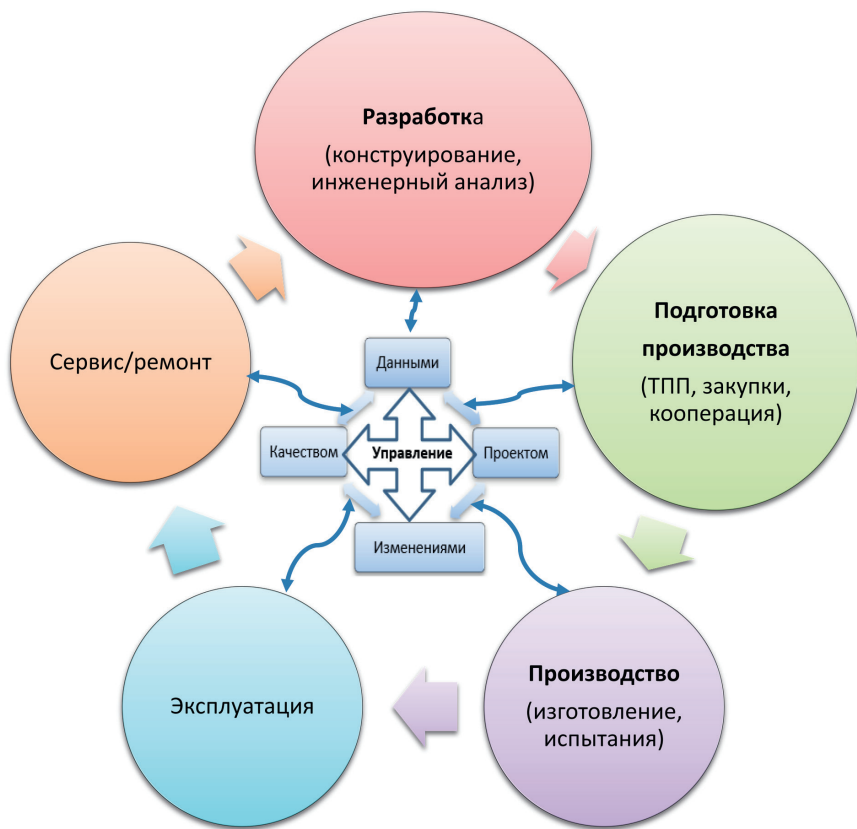


Рис. 2. Основные (внешний контур) и сквозные (внутренний контур) бизнес-процессы жизненного цикла изделий

Рассмотрим сквозные эффекты от применения межфункциональных (сквозных) процессов на первичных стадиях ЖЦИ: **разработки и подготовки производства**. Так, для формирования исходных цифровых моделей изделия (прототипа цифрового двойника) и цифрового производства необходимо несколько базовых условий: 1 — мультифункциональная программная среда моделирования, предполагающая широкий функционал по структурно-конструктивной сложности (большой размерности) модели и многомерности ее цифровых (электронных) представлений — комплексу расчетных, схмотехнических, габаритно-массовых и т.п. производных моделей; 2 — единая информационная среда существования модели изделия на протяжении всего жизненного цикла; 3 — сквозные цифровые технологии с сервисами сквозной аналитики; 4 — квалифицированное организационно-кадровое сопровождение проектов внедрения. Это реализует синергию разнородных цифровых моделей и обеспечивает информационную неразрывность связей данных об изделии в ЖЦИ для достижения требуемой технико-экономической эффективности при создании изделий и их конкурентоспособности на рынке наукоемкой продукции по срокам вывода на рынок, качеству и издержкам.

В настоящее время происходит пересмотр подходов к программным продуктам для их импортозамещения в российской промышленности. PLM — это удобный CALS-инструмент поддержки процессов деятельности над техническим изделием, доступный для всех стейкхолдеров; PLM — это единая информационная платформа интеграции всех бизнес-процессов (стадий и циклов существования) ЖЦИ изделий; PLM-среда есть централизованная форма информационной интеграции и обмена данными об изделиях, обеспечения интероперабельности. Поэтому

разрабатываемое IT-решение должно соответствовать по своим организационно-технологическим возможностям той реальности, для поддержки которой она создается, — для цифрового машиностроения. Цифровые решения, обладающие сквозным свойством, или средства, обеспечивающие сквозные эффекты, могут быть целенаправленно синтезированы и реализованы в новых IT-решениях. Существуют методы синтеза сквозных свойств за счет особых технологий атрибутирования бизнес-процессов путем их декомпозиции на самостоятельные объекты управления для их целенаправленного комплексирования. Технологии такого наукоемкого синтеза имеют отраслевую и предметную специфику, являясь know-how разработчиков, позволяя направленно формировать требуемые свойства и сквозной функционал IT-решений под цифровые задачи предприятий [6].

Важным аспектом сквозной эффективности являются комплексные задачи контрактации и эффективного исполнения заключенных договоров за счет организационных технологий управления проектами (project management) путем планирования, организации и контроля трудовых, финансовых и материально-технических ресурсов проекта, направленные на эффективное достижение целей проекта [7].

Можно утверждать, что сквозным эффектом обладает подпроцесс **управления проектами**, применяемый на всех стадиях ЖЦИ. Так, на стадии разработки инициируется проектная команда, ответственная за качественное исполнение ТЗ на изделие путем конструирования, расчетов и документирования со всеми организационными процедурами управления проектом. Аналогичная технология реализуется на всех последующих стадиях ЖЦИ в лице соответствующих служб и ответственных руководителей, что придает этому подпроцессу сквозной характер. Такой эффект становится возможным именно в силу универсальности данного процесса как типизированной технологии управления любым проектом. При этом возможно унифицировать подходы и разработать типовые методики исполнения контрактов, сокращая издержки и повышая качество работ. Важную роль при этом играют цифровые сервисы сквозной аналитики в поддержке принятия решений.

Кроме того, сквозные процессы ЖЦИ являются индикаторами приоритетности и степени значимости каждого бизнес-процесса и позволяют выявить «узкие места» в производственной системе для их «расшивки». При этом достигается эффект в получении возможности разрабатывать более сложные изделия — PLM-среда позволяет преодолеть «информационный предел» и «проклятие размерности» для наукоемких изделий.

Полноценное раскрытие новых понятий и свойств (признаков) сущностей обеспечения сквозной эффективности в цифровом машиностроении может дать новый импульс развитию IT-решений, генерацию инноваций в цифровой сфере.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Цифровое развитие серьезно влияет на трансформацию машиностроительной отрасли. При этом в настоящее время отсутствует апробированная система цифровых понятий, методов и средств в области разработки, внедрения инструментариев поддержки **сквозных процессов** и сквозных технологий в машиностроении. Нормативная база в области управления жизненным циклом изделий и систем противоречива и имеет тезаурусные разночтения в зависимости от предметной области и отраслевой специфики, что заморозило актуальную разработку регламентов в области **сквозного управления** атрибутами жизненного цикла образцов наукоемкой техники.

2. Внедрение сквозных сущностей (*процессов, технологий, инструментов*) обеспечивает целостность всей бизнес-системы и цепи создания ценности, а PLM-инструментарий реализует межфункциональную кросс-связь между различными стадиями ЖЦИ, интегрируя на единой информационной платформе конструкторские, технологические, производственные и логистические данные и результаты. Сквозными называют универсальные бизнес-процессы, пронизывающие повсеместно все стадии жизненного цикла изделий, обеспечивая достижение требуемой операционной эффективности (по качеству, срокам, издержкам) выпуска сложной машиностроительной продукции.

3. Цифровому машиностроению свойственна сквозная парадигма создания, эксплуатации и контроллинга изделий специальной и военной техники, и в последние годы **сквозные эффекты** актуализированы цифровизацией. Они проявляются за счет цифрового развития внутреннего контура жизненного цикла изделий, включающего **процессы управления: данными, изменениями, качеством и проектами**.

4. В цифровых решениях свойства и данные высокотехнологичных изделий объединены неразрывно, и при управлении сквозными процессами и технологиями обеспечивается более высокий уровень функциональности и качества разрабатываемых конструкций и решений, что дает им существенно большую конкурентоспособность и эффективность циклов их создания.

Сквозное управление жизненным циклом изделий может быть также реализовано с помощью альтернативных подходов, которые были частично раскрыты в [4], где описаны эффекты, достигаемые с помощью сетевых технологий и мультиагентных технологий.

## Литература

1. Постановление правительства «Цифровая экономика РФ» [https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/?utm\\_referrer=https%3a%2f%2fwww.google.com%2f](https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/?utm_referrer=https%3a%2f%2fwww.google.com%2f)
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем.
3. Моделлеориентированность в цифровых трансформациях машиностроения // РИТМ машиностроения. 2021. № 5. С. 32–38. <https://ritm-magazine.ru/ru/magazines/2021/zhurnal-ritm-mashinostroeniya-no-5-2021#page-3435>
4. Макаров В.М., Лукина С.В. Цифровые инструменты планирования и управления в позаказном производстве // РИТМ машиностроения. 2023. № 6. С. 18–22. <https://ritm-magazine.com/ru/magazines/2023/zhurnal-ritm-mashinostroeniya-no-6-2023#page-2122>
5. Макаров В.М., Лукина С.В., Овчинников С.А. Актуальность регламентации корпоративных цифровых трансформаций // РИТМ машиностроения. 2020. № 9. С. 24–28. <https://ritm-magazine.ru/ru/magazines/2020/zhurnal-ritm-mashinostroeniya-no-9-2020#page-2627>
6. ГОСТ Р 53633.0-2009. Информационная технология. Сеть управления электросвязью. Расширенная схема деятельности организации связи. Общая структура бизнес-процессов.
7. ГОСТ Р 56862-2016. Система управления жизненным циклом. Разработка концепции изделия и технологий. Термины и определения.

**РЕКЛАМА 18+**

**МашЭкспо Сибирь**  
МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

**26 – 29 МАРТА 2024**

**ОТРАСЛЕВОЕ СОБЫТИЕ СИБИРИ!**

ОРГАНИЗАТОР: ООО «СВК»

СИБИРСКАЯ  
ВЫСТАВОЧНАЯ  
КОМПАНИЯ

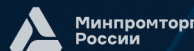
МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:  
**НОВОСИБИРСК  
ЭКСПО ЦЕНТР**

**70** Более 100 производителей и поставщиков оборудования и материалов для металлообработки и сварки

Здесь ведущие производители станков, сварочного оборудования встречаются с представителями крупных и средних промышленных предприятий.

Деловая программа посвящена актуальным проблемам машиностроения и передовым технологиям в сфере металлообработки.

MASHEXPO-SIBERIA.RU



Главное событие отрасли  
в России и странах СНГ

# ФОТОНИКА

МИР  
ЛАЗЕРОВ  
И ОПТИКИ

## 26–29 марта 2024

18-я международная специализированная выставка  
лазерной, оптической и оптоэлектронной техники

Реклама



12+

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

[www.photonics-expo.ru](http://www.photonics-expo.ru)



ЛАЗЕРНАЯ АССОЦИАЦИЯ

65 ЭКСПОЦЕНТР

**rosmould  
& 3D-TECH**

rosmould.ru

Международная выставка  
пресс-форм и штампов,  
оборудования  
и технологий для  
производства изделий

**3D-TECH**  
Специализированная  
экспозиция аддитивных  
технологий и 3D-печати

18–20 июня 2024  
МВЦ «Крокус Экспо», Москва

Промокод для получения  
бесплатного билета  
**RM24-WJ7HC**

**GA** GEFERA MEDIA

16+

**Металлообработка.  
Сварка — Урал**

международная выставка технологий,  
оборудования, материалов для машиностроения,  
металлообрабатывающей промышленности  
и сварочного производства

**12–15 марта 2024  
Екатеринбург**

крупнейший специализированный  
региональный проект в России

**PRO  
ЭХРО**

(342) 264-64-27  
egorova@expoperm.ru  
metal-ekb.expoperm.ru



МЕЖДУНАРОДНЫЙ САЛОН

# КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ 2024

29 мая – 1 июня  
ПАТРИОТ ЭКСПО

ОРГАНИЗАТОР  
САЛОНА



МЧС РОССИИ

ОПЕРАТОР  
САЛОНА



МКВ

МЕЖДУНАРОДНЫЕ  
КОНГРЕССЫ И ВЫСТАВКИ

[www.isse-russia.ru](http://www.isse-russia.ru)







24-я международная  
специализированная  
выставка



Россия, Москва,  
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



Минпромторг  
России



Тех.Рег.



«Оборудование,  
приборы и инструменты  
для металлообрабатывающей  
промышленности»

# МЕТАЛЛОБРАБОТКА

20–24 | 05 | 2024

[www.metobr-expo.ru](http://www.metobr-expo.ru)

12+ РЕКЛАМА

65 ЭКСПОЦЕНТР

# ПОДПИСНОЙ КУПОН НА ЖУРНАЛЫ на 2024 год



## РИТМ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Вы можете оформить подписку на журнал «РИТМ машиностроения» с любого месяца. Стоимость одного номера — 750 рублей, стоимость годовой подписки (7 номеров) — 5250 рублей.

Для выставления счета направьте заполненный купон по адресу: [ritm@gardes mash.com](mailto:ritm@gardes mash.com)

### БАНКОВСКИЕ РЕКВИЗИТЫ:

ООО «ПРОМЕДИА»  
Юр. адрес: 107140, г. Москва,  
ул. Верхняя Красносельская,  
д. 17А, стр. 1Б  
Почт. адрес: 107140, г. Москва,  
ул. Верхняя Красносельская,  
д. 17А, стр. 1Б, офис 306-1  
ИНН 7708266787  
КПП 770801001  
Р/с 40702810400120033781  
ПАО АКБ « АВАНГАРД»  
г. Москва  
К/с 3010181000000000201  
БИК 044525201

Фамилия, имя, отчество (получателя):

Наименование предприятия (организации, фирмы):

Индекс и полный почтовый адрес (получателя):

Юридический адрес (для выставления счета)

ИНН/КПП

Телефон:

E-mail (если он имеется)

Подписка на журнал «РИТМ машиностроения»:

номер

год

Подписка на журнал «Аддитивные технологии»:

номер

год



Вы можете оформить подписку на журнал «Аддитивные технологии» с любого месяца. Стоимость одного номера — 750 рублей, стоимость годовой подписки (4 номера) — 3000 рублей.

Для выставления счета направьте заполненный купон по адресу: [info@additiv-tech.ru](mailto:info@additiv-tech.ru)



107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, д. 17А, стр. 1Б, офис 306-1, т/ф (499) 55-9999-8,  
e-mail: [ritm@gardes mash.com](mailto:ritm@gardes mash.com), [www.ritm-magazine.ru](http://www.ritm-magazine.ru)  
e-mail: [info@additiv-tech.ru](mailto:info@additiv-tech.ru), [www.additiv-tech.ru](http://www.additiv-tech.ru)

ОРГАНИЗАТОР



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВЫСТАВОЧНЫЙ ОПЕРАТОР



МКВ

МЕЖДУНАРОДНЫЕ  
КОНГРЕССЫ И ВЫСТАВКИ



**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ «АРМИЯ-2024»**

**12–18 АВГУСТА  
ПАТРИОТ ЭКСПО**

[www.rusarmyexpo.ru](http://www.rusarmyexpo.ru)



# Станки лазерной резки листов и профилей YUEMING HAN'S LASER с источниками



3 ГОДА ГАРАНТИИ

1 - 40 КВТ

# Листогибочные прессы ENERGY MISSION – лидер в области тяжелой гибки

НАДЁЖНАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ  
С САМЫМИ СОВРЕМЕННЫМИ ОПЦИЯМИ  
И ТЕХНОЛОГИЯМИ

5 ЛЕТ ГАРАНТИИ

ООО «Интеллектуальные Робот Системы»  
105264, г. Москва, ул.10-я Парковая, д.20



+7 (495) 414 47 27  
+7 (800) 777 02 01  
sale@irobs.ru  
www.irobs.ru

