

Верещагина А. С., Харитонов А. А.  
A. S. Vereshchagina, A. A. Kharitonov

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

## WAYS OF INCREASE OF EFFICIENCY OF TECHNOLOGICAL PROCESS IN TERMS OF THE ENGINEERING ENTERPRISE

**Верещагина Александра Сергеевна** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроения Новосибирского государственного технического университета (Россия, Новосибирск); 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20; тел.: + 7 (913) 469-43-37. E-mail: vereshhagina@corp.nstu.ru.

**Ms. Alexandra S. Vereshchagina** – PhD in Engineering, Assistant Professor, Mechanical Engineering Department, Novosibirsk State Technical University (Russia, Novosibirsk); 630073, Novosibirsk, 20 K. Marks str.; tel.: +7 (913) 469-43-37. E-mail: vereshhagina@corp.nstu.ru.

**Харитонов Андрей Александрович** – магистрант кафедры технологии машиностроения Новосибирского государственного технического университета (Россия, Новосибирск); 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20; тел.: + 7 (983) 127-96-68. E-mail: andrey.hharitonov@yandex.ru.

**Mr. Andrey A. Kharitonov** – Master's degree student of the department of Engineering Technology Novosibirsk State Technical University (Russia, Novosibirsk); 630073, Novosibirsk, 20 K. Marks str.; tel.: + 7 (983) 127-96-68. E-mail: andrey.hharitonov@yandex.ru.

**Аннотация.** В статье затронуты актуальные вопросы технологии машиностроения, посвящённые разработке технологического процесса изготовления детали «Корпус». Рассмотрены концептуальные направления совершенствования технологического процесса, основанные на выборе режущего высокопроизводительного инструмента, а также применения САМ-систем для разработки управляющих программ.

**Summary.** The article touches upon topical issues of engineering technology, dedicated to the development of the technological process of manufacturing the «Case» part. The conceptual directions of the technological process improvement, based on the choice of cutting high-performance tools, as well as the use of CAM systems for the development of control programs are considered.

**Ключевые слова:** выбор режущего инструмента, технологический процесс.

**Key words:** choice of cutting tool, technological process.

УДК 621.1

### Введение

В настоящее время рентабельность предприятий, выпускающих конкурентоспособную продукцию, определяется качеством производственных процессов, оптимальной структурой производственного цикла и эффективным взаимодействием структурных подразделений. Из всей совокупности производственных процессов наиболее значимое влияние на эффективность машиностроительного предприятия оказывает технологический процесс производства продукции.

Качество технологического процесса зависит от факторов, представленных на рис. 1.

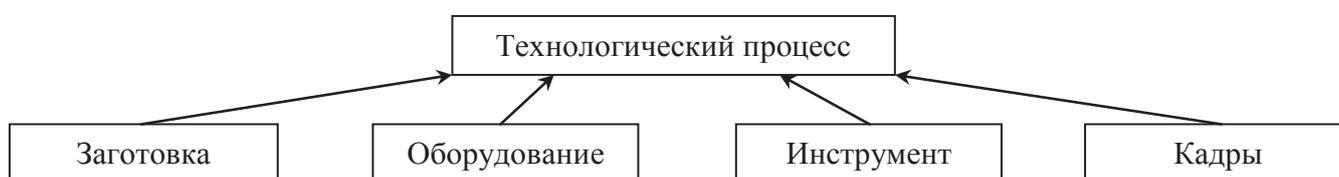


Рис. 1. Факторы, влияющие на технологический процесс

Каждый из представленных факторов по-разному влияет на технологический процесс изготовления детали. Рассмотрим влияние данных факторов по отдельности.

#### **Обсуждение полученных результатов. Концепция выбора заготовки**

Одним из основных факторов повышения эффективности технологического процесса является метод получения заготовки (МПЗ). При выборе МПЗ важно учитывать объёмы выпуска продукции, материал детали и её геометрию. На сегодняшний день существует множество различных МПЗ – от традиционных, таких как литьё, до современных методов, основанных на применении аддитивных технологий.

Рассмотрим технологический процесс производства детали «Корпус» с годовым объёмом выпуска, составляющим 5000 штук, 3D-модель которой представлена на рис. 2.

Масса детали 4,9 кг. Корпусные детали предназначены для размещения в них деталей и сборочных единиц. Они должны обладать достаточной жёсткостью, необходимой для обеспечения точности относительного положения деталей и сборочных единиц.

Материалом для изготовления детали «Корпус» является сплав Д16. В настоящее время заготовка представляет собой прокат  $\varnothing 250 \times 155$  мм массой 21,68 кг. Для улучшения технологического процесса предлагается заменить метод получения заготовки для детали «Корпус» из проката Д16 на литьё под давлением из материала АЛ2, который соответствует физико-механическим свойствам и существенно не оказывает влияния на эксплуатационные показатели и характеристики детали. Данный метод обеспечит приближённую к готовой детали геометрию заготовки, а также требуемые механические свойства (см. рис. 3).

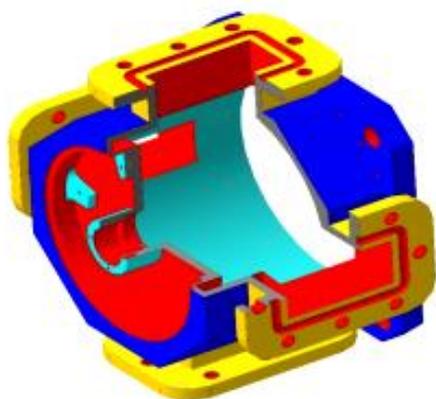


Рис. 2. Виртуальная модель детали «Корпус»

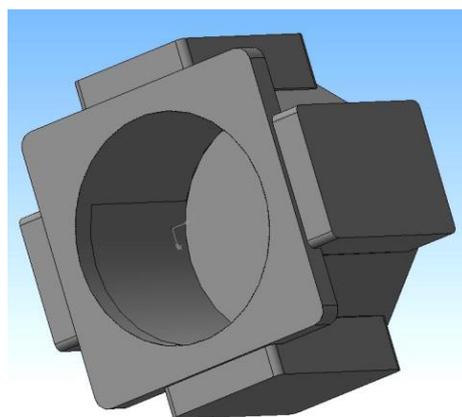


Рис. 3. Расчёт массы заготовки в программе КОМПАС V16

Согласно расчёту программы КОМПАС V16, применение метода литья под давлением позволит сократить массу заготовки более чем в 2 раза, причём масса заготовки составляет не более 10 кг (см. рис. 4).

Свойство	Значение	Единица измерен...
Обозначение		-
Наименование	Деталь	-
Масса	8.0161	кг

Рис. 4. Расчёт массы заготовки в программе КОМПАС V16

Стоимость изготовления заготовки приведена в табл. 1.

Таблица 1

Стоимость изготовления заготовки

Показатель	Существующий технологический процесс	Альтернативный технологический процесс
Стоимость материала, р./т	85 000	100 000
Затраты на механическую обработку, р.	8550	1550
Затраты на производство заготовки, р.	10 174	2738
Экономический эффект, р.	37 180 000	

Примерная стоимость штампа данного типа материала и производственной программы составляет около 8 млн рублей.

**Концепция выбора режущего инструмента**

Для повышения эффективности технологического процесса при производстве детали «Корпус» во время выполнения операции торцевого фрезерования предполагается заменить фрезу 2214-0501, применяемую на фрезерной операции 075, альтернативной насадной фрезой Garant 222403 40/4 со сменными пластинами, которая изображена на рис. 5.



Рис. 5. Высокопроизводительная фреза насадная фирмы Garant

Сравнительные характеристики фрез представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение характеристик фрез

Характеристики	Фреза 2214-0501	Фреза Garant 222403 40/4
Материал фрезы	Твёрдый сплав	Твёрдый сплав
Рекомендуемые режимы резания материала Д16	140 м/мин	250 м/мин
Стойкость, мин	120	240
Стоимость, р.	6435	36 666

Применение фрезы Garant позволяет в перспективе снизить не только затраты на инструмент, но и повысить производительность и качество обработки. В дальнейшем будут заменяться только пластины, которые намного дешевле самой державки. Пластины можно переворачивать (см. рис. 6) и использовать новые кромки для механической обработки, тем самым усиливая стойкость инструмента в 4 раза (T = 960 мин).

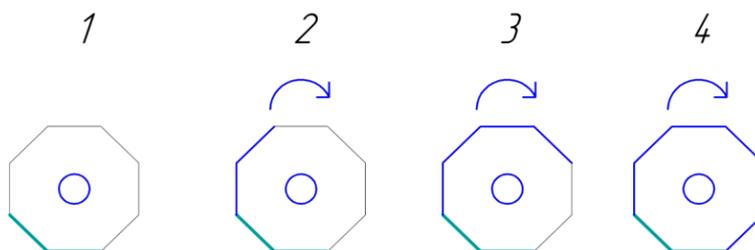


Рис. 6. Использование ресурса пластин

### Концепция оптимизации технологического процесса

Любой технологический процесс на современном производстве или предприятии начинается с выбора и изготовления заготовки. Выбор заготовки – трудоёмкое дело, требующее от инженера-технолога обдуманного и взвешенного решения.

В существующем технологическом процессе используется заготовка из алюминиевого проката марки Д16. Поскольку данный материал неприменим при литье, то было принято решение о его замене литейным аналогом Ал 2. В итоге экономический эффект при изменении метода получения заготовки составил более 30 млн рублей (см. табл. 1). Данный факт говорит об улучшении и оптимизации технологического процесса на предприятии.

Ещё одной важной составляющей любого технологического процесса является инструментальное обеспечение. Анализ имеющегося инструмента позволяет провести оптимизацию и заменить его инструментами ведущих производителей. Так, в 085-й операции сверло 2301-3607 (ГОСТ 10903-77 «Свёрла спиральные с коническим хвостовиком. Основные размеры») было заменено сверлом 116340 Ø16 (см. рис. 7). Данное сверло позволяет работать на более высоких скоростях, чем ГОСТ-инструмент, что уменьшает время обработки в несколько раз, а также производитель заявляет, что стойкость инструмента составляет 90 мин и что это в 2 раза больше по сравнению с ГОСТ-инструментом.



Рис. 7. Высокопроизводительное сверло фирмы Garant

Немаловажным является и станочное оборудование, с помощью которого выполняются основные работы в технологическом процессе. Анализ применяемых при изготовлении данного изделия станков позволил произвести целесообразную замену некоторых моделей. Например, станок 16K20, применяемый на предварительных операциях перед обработкой на станках с ЧПУ, обладающий низкой ремонтпригодностью, экономически целесообразно будет заменить альтернативным токарно-винторезным станком TRENS SN 50C. Станок TRENS SN 50C характеризуется более высоким качеством изготовления, повышенной точностью, высокой жёсткостью и стабильностью показателей по сравнению со станком 16K20.

В результате развития машиностроения всё чаще в технологических процессах используют станки с числовым программным управлением. С помощью их функций можно обрабатывать детали различной сложности, решать большое количество задач на предприятии, связанных с механической обработкой. Это касается времени на обработку, сложности обрабатываемой поверхности, достигаемой точности и т. д. С помощью станков с числовым программным управлением можно оптимизировать технологический процесс, что позволит повысить производительность, увеличить экономический эффект технологического процесса, повысить качество обработки.

Написание управляющих программ для станков осуществляется с помощью различных программных продуктов. Одним из них является FeatureCAM. Данная программа минимизирует время подготовки управляющих программ для изготовления деталей на фрезерных, токарных и электроэрозионных станках. Программы позволяют визуализировать технологический процесс и произвести его имитацию с помощью специального программного обеспечения, что заранее позволит обнаружить какие-либо ошибки. После отработки программы на компьютере можно отправлять её на станок и обрабатывать «пробную» деталь.

На рис. 8 изображён код управляющей программы.

### **Заключение**

Совершенствование технологического процесса следует проводить комплексно, оно должно включать в себя изменение всей технологической цепочки, начиная от заготовки и заканчивая станочным оборудованием. Улучшением технологического процесса можно более чем в 2 раза повысить производительность процессов, а значит, и рентабельность предприятия.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Верещагина, А. С. Обоснование выбора метода получения заготовки детали «Корпус» / А. С. Верещагина, М. В. Иванова, А. А. Харитонов // Актуальные проблемы в машиностроении. – 2018. – Т. 5. – № 3, 4. – С. 15-19.
2. Autodesk. Начало работы FeatureCAM-2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://download.autodesk.com/us/support/files/delcam/FeatureCAM/localized/PDF/GettingStarted/FeatureCAM\\_2017\\_GS\\_Russian.pdf](http://download.autodesk.com/us/support/files/delcam/FeatureCAM/localized/PDF/GettingStarted/FeatureCAM_2017_GS_Russian.pdf) (дата обращения: 18.01.2019).
3. Верещагина, А. С. Повышение эффективности технологического процесса путём оптимизации заготовок / А. С. Верещагина, М. В. Иванова, А. А. Харитонов // Наука и инновации XXI века. – 2017. – Т. 1. – С. 116-118.
4. Жуков, К. П. Проектирование деталей и узлов машин: учебник для вузов. / К. П. Жуков, Ю. Е. Гуревич. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2014. – 648 с.
5. Заготовки: понятия, способы получения [Электронный ресурс] / mirznanii.com/Copyright ©-Электрон. Текстовые дан. – 2018. – Режим доступа: <http://mirznanii.com/> (дата обращения: 18.01.2019).
6. Скворцов, В. Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие / В. Ф. Скворцов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 350 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд. – М.: Машиностроение, 2012. – 656 с.