

## ПЕРСПЕКТИВЫ СОКРАЩЕНИЯ ТРУДОЕМКОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

*Ковалев А.А., Краско А.С.*

*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет, г.Москва)*

**Ключевые слова:** функциональные покрытия, технологический процесс, технологический комплекс, производительность.

**Аннотация.** Рассмотрены основные причины низкой производительности современного машиностроительного производства и выделены подходы, сформулированы критерии и граничные условия к способам сокращения трудоёмкости изготовления деталей авиационных гидроагрегатов. Показаны перспективы применения функциональных покрытий деталей авиационных гидроагрегатов с точки зрения сокращения трудоёмкости их изготовления в условиях мелкосерийного (многономенклатурного) производства.

## PROSPECTS FOR REDUCING THE COMPLEXITY OF MANUFACTURING MACHINES THROUGH THE USE OF FUNCTIONAL COATINGS

*Kovalev A.A., Krasko A.S.*

*Bauman Moscow State Technical University, Moscow*

**Keywords:** functional coatings, technological process, technological complex, productivity

**Abstract.** The main reasons for the low productivity of modern machine-building production are considered and approaches are highlighted, criteria and boundary conditions are formulated for methods of reducing the labor intensity of manufacturing parts of aircraft hydraulic units. Prospects for the use of functional coatings for parts of aircraft hydraulic units are shown from the point of view of reducing the labor intensity of their manufacture in the conditions of small-scale (multi-product) production.

Развитие машиностроительного производства базируется на методах и технологиях, позволяющих с наименьшими затратами средств и времени выпускать продукцию заданного качества. Одним из главных препятствий к повышению эффективности современного производства является низкая производительность изготовления деталей в условиях мелкосерийного производства, на данный момент, занимающего большую долю в структуре машиностроения.

Анализ основных потерь времени на изготовление деталей авиационных гидроагрегатов в условиях мелкосерийного производства позволяет сделать вывод о том, что основные доли потерь времени занимают потери, связанные с расчленением ТП механической обработки на операции термической обработки (ТО) и потери, связанные длительностью переналадки средств технологического оснащения (СТО), что наиболее характерно для многономенклатурного производства. Остальные виды потерь имеют значительно меньшие доли [1].

Исходя из анализа, методы повышения производительности многономенклатурного производства можно разделить на две группы: 1) методы

связанные с сокращением доли термической обработки в производственном цикле; 2) методы, связанные с сокращением времени переналадки в многономенклатурном производстве.

На сегодняшний день в авиастроении наблюдается тенденция к снижению доли операций ТО в производственном цикле изготовления деталей. Это реализуется следующими перспективными методами: технологией лезвийной обработки закаленных материалов; применением новых материалов, обладающих заданными свойствами без применения операций ТО; методы поверхностно-пластического деформирования (ППД); повышение точности заготовок; формирование заданных свойств поверхностного слоя детали путем нанесения функциональных покрытий [1].

Например, при изготовлении золотника авиационного плунжерного насоса наибольшие затраты времени приходятся на термические операции, необходимые для снятия остаточные напряжения после каждого шлифования особо ответственных поверхностей детали (рис. 1).

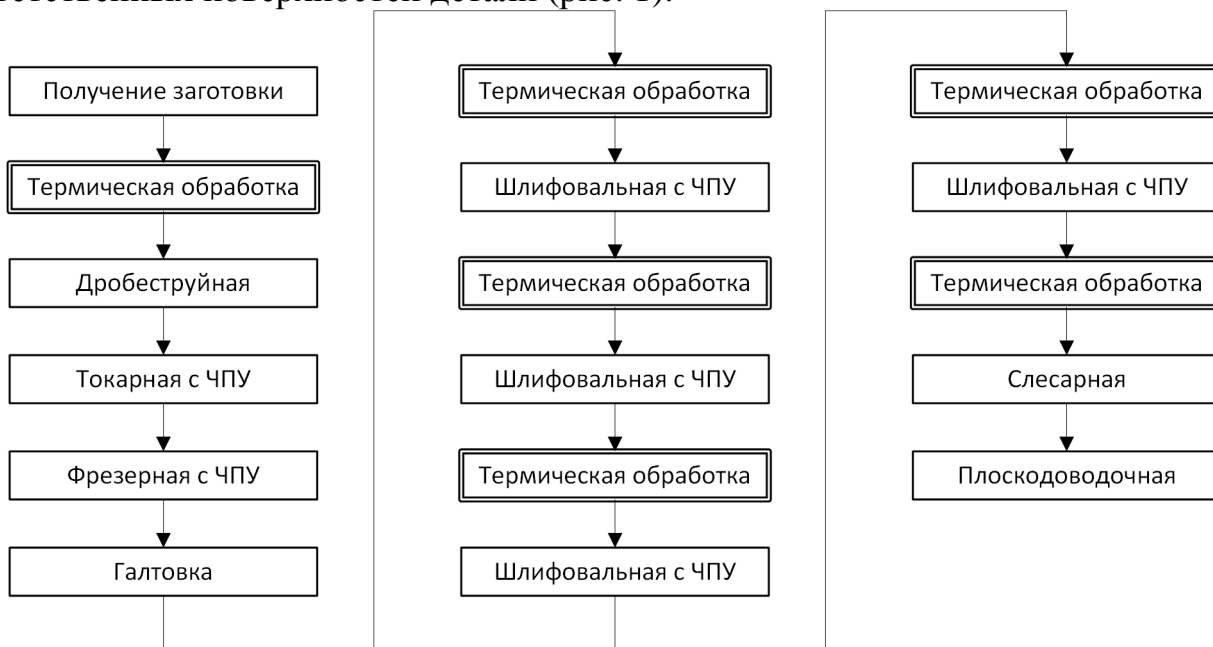


Рис. 1. Основные технологические операции изготовления золотника

Выбор метода получения заданных свойств поверхностного слоя деталей авиационных гидроагрегатов должен проводиться по критерию наименьшей себестоимости изготовления детали, которая зависит от величины капитальных вложений в средства технологического оснащения и в средства, обеспечивающие переналадку оборудования в течение определённого времени, а также от производительности (длительности производственного цикла) и срока окупаемости капитальных вложений.

Помимо критериев выбора необходимо определить граничные условия рассмотрения методов повышения производительности. Первым условием применимости метода должна быть универсальность в пределах группы деталей авиационных гидроагрегатов. С целью сокращения затрат, т.е. повышения эффективности современного многономенклатурного производства необходимо внедрение не столько, по отдельности производительных методов обработки, сколько применение принципа концентрации операций, но в масштабе всего

технологического комплекса (ТК). Поэтому вторым условием является возможность интегрироваться (встраиваться) в ТК механической обработки с целью реализации принципа концентрации различных методов обработки в рамках единого технологического комплекса (ТК). Третьим условием является достаточная гибкость метода, т.е. возможность с минимальными затратами времени и средств переходить на выпуск любой детали группы. При этом минимальное время переналадки должно определяться требуемой партией запуска деталей одного наименования. Четвертым условием является адаптивность метода, т.е. возможность изменять режим обработки, в определенных границах, в зависимости от качества исходной поверхности детали.

Эффективным средством замены термической обработки и обеспечения эксплуатационных свойств деталей авиационных гидроагрегатов является нанесение функциональных покрытий на исполнительные и базовые поверхности [1, 2].

Например, при внесении в конструкцию золотника функционального износостойкого покрытия, а в технологический процесс изготовления золотника (см. рис. 1) операции металлизации, технологический процесс сокращается на пять операций (рис. 2), три из которых – операции термической обработки, общая трудоемкость которых 19,5 часов.

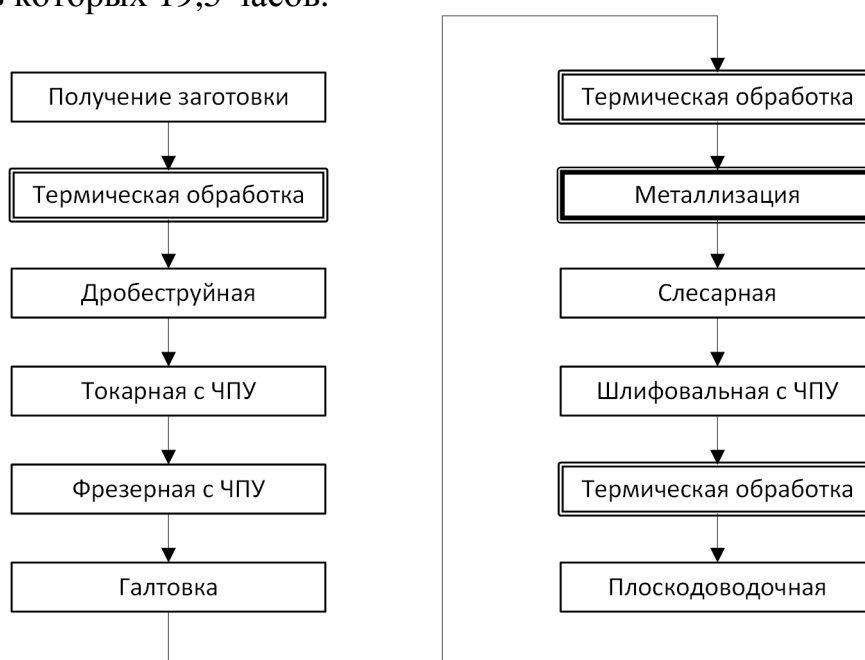


Рис. 2. Основные технологические операции изготовления золотника (проектный вариант)

Существует большое многообразие методов нанесения функциональных покрытий. Выбор метода определяется в первую очередь требованиями к обеспечению оптимальной адгезии покрытий с поверхностью основы и требуемой эксплуатационной стойкости покрытия. В условиях многономенклатурного производства критериями выбора метода нанесения покрытий также выступают требования к гибкости и производительности процесса [2].

Таким образом, при решении вопроса повышения производительности многономенклатурного производства наиболее эффективным и перспективным способом является интегрирование методов изменения свойств поверхностного слоя в технологический процесс механической обработки путем создания технологических процессов механической и упрочняющей обработки в рамках единого технологического комплекса [3].

Не смотря на имеющиеся работы [2, 3] по проектированию технологических комплексов для реализации ТП с разной природой воздействия на предмет труда, в настоящее время имеет место проблема отсутствия проектных решений технологических комплексов интегрированной обработки деталей авиационных гидроагрегатов. Это порождает большие трудности в выработке решений на этапе ТПП, что приводит к отказу от идеи интеграции технологических процессов в едином технологическом комплексе.

В этой связи представляется актуальной, имеющей важное научное и практическое значение работа, направленная на обеспечение качества деталей авиационных гидроагрегатов за счёт разработки программно-методического обеспечения проектирования технологических комплексов для реализации технологических процессов.

#### **Список литературы**

1. Технологии нанесения защитных и износостойких покрытий повышенной прочности: монография / А. Ф. Пузряков, И. Н. Кравченко, И. К. Соколов и др. – М.: Изд-во «Эко-Пресс», 2013. – 300 с.
2. Газотермическое напыление: учеб. пособие / Под ред. Л.Х. Балдаева. – М.: Маркет ДС, 2007. – 344 с.
3. Тополянский П.А., Соснин Н.А. Методология разработки технологических процессов газотермического напыления защитных и износостойких покрытий // Материалы 5-й Международной практической конференции-выставки. – Санкт-Петербург: Изд. СПбГПУ, 2003. – С. 28-45.

#### Сведения об авторах:

*Ковалев Артем Александрович* – к.т.н., доцент, доцент, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва;

*Краско Александр Сергеевич* – старший преподаватель, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва.