

## 24 Секция I. Автоматизация технологических процессов обработки материалов

8. Дибров, И. А. Состояние и перспективы развития литейного производства России / И. А. Дибров // 29-я Международная научно-техническая конференция и информационная выставка : тр. участников конф. – Минск : БНТУ, 2021. – С. 6–11.

УДК 621.9.011:517.962.1

### НОВЫЕ СХЕМЫ ГИБРИДНОГО АДДИТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

С. С. Довнар, О. К. Яцкевич, О. Г. Девойно

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В статье обсуждаются возможности развития станков, реализующих гибридные (аддитивные и субтрактивные) технологии. Данные технологии весьма тесно сплетаются между собой на станке. Для получения готового изделия должны быть последовательно выстроены взаимосвязи между системами управления рабочими органами, осуществляющими как удаление, так и добавление материала, а также системами измерения и контроля, необходимыми для привязки и определения положения и ориентации детали или характера дефекта по отношению к системе координат станка (рис. 1).



Рис. 1. Взаимосвязи между этапами технологического процесса в гибридном аддитивно-субтрактивном станке:

- 1 – последовательное добавление материала с разомкнутым контуром;  
2 – последовательное получение данных измерений; 3 – последовательное удаление материала с разомкнутым контуром; 4 – переключение от аддитивной обработки к субтрактивной обработке без проверки аддитивных результатов;  
5 – обмен от вычитания к аддитивной обработке без проверки результатов вычитания; 6 – проверка результатов аддитивной обработки;  
7 – проверка результатов субтрактивной обработки;  
8 – аддитивная обработка на основе данных предыдущих измерений;  
9 – субтрактивная обработка на основе данных предыдущих измерений;  
10 – завершение процесса после окончательного контроля;  
11 – завершение аддитивного процесса без окончательного контроля;  
12 – завершение субтрактивного процесса без окончательного контроля

В данной статье уделяется внимание крупногабаритным станкам для аддитивно-субтрактивной обработки. Они немногочисленны, но часто имеют стратегическое значение для промышленности. Особенностью тяжелых станков является потребность в полной обработке детали с одного установа (из-за массивности и уязвимости соответствующих деталей). В результате станки должны быть производительными, многофункциональными и прецизионными одновременно.

Рассмотрены осевые станки, подвергающие гибридной обработке длинные валы и втулки. Это могут быть, например, упрочняемые роторы генераторов и турбин электростанций. Первая из предлагаемых схем показана на рис. 2 и включает два токарных модуля *A* и *B*. Фигуры людей даны для демонстрации размеров валов и станка. Каждый модуль оснащен по крайней мере одним субтрактивным суппортом *SS*. Суппорт несет токарные и фрезерные инструменты. Резание может осуществляться в любом осевом положении *TM*.

Центром станка является портал *P*. Каждый *TM* может перемещаться сквозь него по направляющим станины (не показана). Это позволяет выполнять лазерную обработку аддитивным суппортом *AS*. Суппорт перемещается по порталу поперечно осям *TM*.

Компоновка позволяет неограниченное число раз чередовать аддитивные и субтрактивные операции. Обеспечивается перекрытие рабочего времени суппортов. Так, параллельно обработке вала в модуле *A* суппортом *AS* может идти лезвийная обработка в модуле *B* на суппорте *SS*.

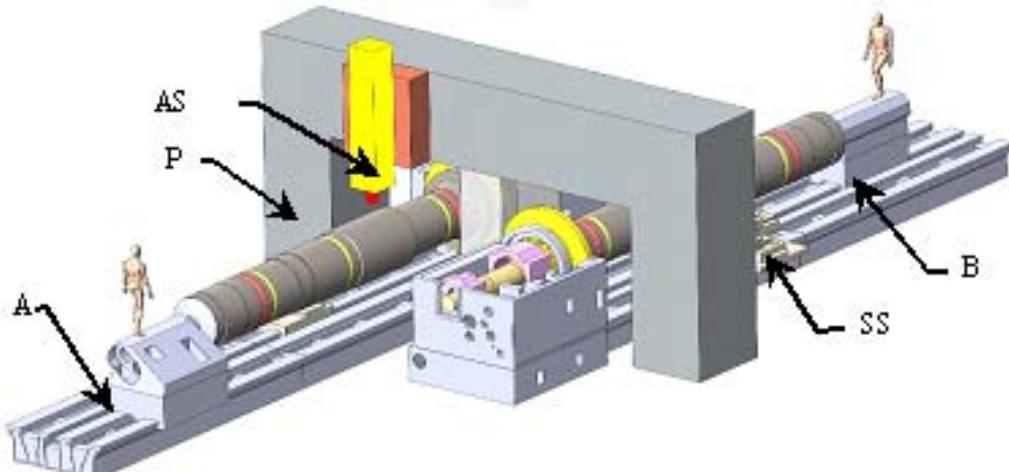


Рис. 2. Подвижные независимые токарные модули *A* и *B* со встроенными подвижными субтрактивными суппортами *SS*, перекрытые статичным порталом *P* с поперечно подвижным общим аддитивным суппортом *AS*

Вторая конкурирующая схема двухмодульного осевого гибридного станка представлена на рис. 3. Здесь центром является станина *B* с двойным наклоном. Это призматическое, клиновидное тело, которое может быть отлито из бетона УНРС. На каждой наклонной стороне станины размещен независимый токарный модуль. Валы 1, 2 обрабатываются резцами на суппортах 3, 4. Лазерный модуль (рабочие положения – L1 и L2) является общим. Он поворачивается вокруг вертикальной оси головки *R* (рис. 3, *a*) и способен воздействовать на каждый вал. Головка *R* также подвижна относительно станины в осевом направлении.

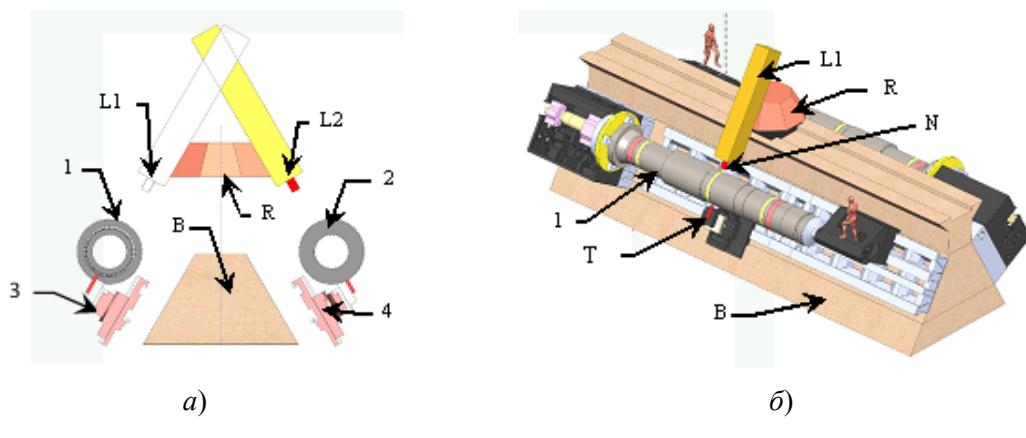


Рис. 3. Компоновка двухмодульного осевого гибридного станка с клиновидной фибробетонной станиной  $B$  и подвижной ротационной головкой  $R$  с лазером (L1, L2) на видах с торца (а) и в изометрии (б):

1, 2 – обрабатываемые валы; 3, 4 – субтрактивные суппорта;  
 $T$  – режущий инструмент;  $N$  – лазерное сопло

Изометрическое изображение станка на рис. 3, б показывает, что он может одновременно обрабатывать один и тот же регион вала как резанием инструментом  $T$ , так и аддитивным воздействием с лазерного сопла  $N$ .

Схема на рис. 3 предполагает массивность и дорожковизну бетонной станины  $B$ . Однако это одновременно обеспечивает температурную стабилизацию станка и примерное соблюдение термоконстантной ситуации.

УДК 621.923

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ТОРЦЕВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Э. Ш. Джемилов, Э. Р. Ваниев, Р. М. Джемалядинов, Э. Л. Бекиров

Крымский инженерно-педагогический университет  
имени Февзи Якубова, г. Симферополь, Российская Федерация

Основными характеристиками процесса торцевого фрезерования являются точность и качество обработанной поверхности, которые зависят от следующих факторов: конструкции, геометрии, состояния, способа крепления и материала инструментов, явлений стружкообразования, динамических явлений, применяемых смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС), режимов резания, точности и качества предварительно обработанной поверхности. Имеется ряд опубликованных работ [1–6], посвященных исследованию процесса фрезерования поверхностей, и освещены основные положения данной технологической операции, т. е. рассмотрены вопросы резания, явления стружкообразования, возникающие усилия, износ и стойкость инструмента, изучено влияние геометрических параметров инструмента, их крепление, характеристики применяемых режимов резания, влияние СОТС на процесс резания.

Эффективность металлообработки – это комплексный показатель, учитывающий в числе прочих условий и роль СОТС, их влияние на качество изделий [6, 7].