

ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МАЛЫХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЦИФРОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Платонов В.В., Платонова Е.В.

Хакасский технический институт – филиал Сибирского федерального университета, Абакан

Ключевые слова: цифровые технологии, малые цифровые производства, модернизация оборудования, станки с ЧПУ, CAD/CAM/CAE-технологии, многоосевая обработка.

Аннотация. Для успешного развития машиностроительной отрасли в России в современных условиях актуально создание малых специализированных цифровых производств, которые позволяют быстро и гибко менять технологию. Такие производства базируются на применении 3D-моделей от проектирования до изготовления со сквозной сетевой поддержкой CAD/CAM/CAE-технологии и станков с ЧПУ, способных поддержать эту технологию с максимальным использованием по возможности средств автоматизации и роботизации. В качестве примера в статье описана разработанная авторами и внедренная на действующем предприятии технология обработки поддонов и кристаллизаторов всех типоразмеров для получения плоских слитков.

TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT FOR SMALL SPECIALIZED DIGITAL PRODUCTIONS

Platonov V. V., Platonova E. V.

Khakass Technical Institute – branch of the Siberian Federal University, Abakan

Keywords: digital technologies, small digital production, equipment modernization, CNC machines, CAD/CAM/CAE technologies, multi-axis processing.

Abstract. For the successful development of the mechanical engineering industry in Russia in modern conditions, it is important to create small specialized digital productions that allow for quick and flexible changes in technology. Such productions are based on the use of 3D models from design to manufacturing with end-to-end network support of CAD/CAM/CAE technology and CNC machines capable of supporting this technology with maximum possible use of automation and robotics. As an example, the article describes the technology developed by the authors and implemented at an existing enterprise for processing pallets and crystallizers of all sizes to obtain flat ingots.

В связи с введением ряда экономических санкций против России вопрос применения цифровых технологий в промышленности приобрел особую актуальность. При этом экономически более выгодно создание малых специализированных цифровых производств, которые позволяют быстро и гибко менять технологию [1]. Сегодня под малым цифровым производством в машиностроении понимается, прежде всего, использование 3D-моделей от проектирования до изготовления со сквозной сетевой поддержкой CAD/CAM/CAE-технологии и станков с ЧПУ, способных поддержать эту технологию с максимальным использованием по возможности средств автоматизации и роботизации, то есть весь процесс становится цифровым [2, 3]. Само понятие «малое цифровое производство» - это следующий технологический уровень развития производства, в котором исчезает большинство профессий, таких как конструктор, технолог, оператор станка с ЧПУ, инженер КИПА, точнее

интегрируются в одну, все находится в цифровой форме и управляется компьютером.

Наиболее эффективно для малых цифровых предприятий по предварительно разработанному технологическому процессу создавать необходимое оборудование по предметному назначению, используя агрегатно-модульный принцип как в массовом производстве. То есть идти от технологии к оборудованию, при этом используя базовые детали от предыдущих станков, которые практически не имеют физического износа. Система ЧПУ, привода, направляющие качения, системы смазки и охлаждения покупаются отдельно. Так как в малом цифровом производстве профессии конструктора, технолога, оператора-программиста интегрируются в одну, то интерфейс оператора станка с ЧПУ должен быть максимально простым и удобным

В основе нашей работы лежит сквозное практическое использование 3D-моделей с сетевой поддержкой от проектирования до изготовления, что в сочетании с высокой культурой производства, практически полностью исключают субъективный (человеческий) фактор на качество конечной продукции. Учитывая высокую начальную стоимость станочного оборудования с ЧПУ, мы применили свой подход к этой проблеме для малых предприятий. Предварительно разрабатываем цифровую технологию обработки, далее под разработанную технологию модернизируем оборудование. Наш подход позволяет уйти от традиционного деления станков по видам обработки, что позволяет практически на одном оборудовании производить всю механическую обработку изделия. Это не только практическая экономия на станочном парке, но повышение качества продукции так, как вся деталь выполняется в одной системе координат, за одну операцию и с системой ЧПУ на одном оборудовании.

Приведем пример модернизации продольно-фрезерного станка 6М610, которая была выполнена при разработке технологии обработки поддонов и кристаллизаторов всех типоразмеров для получения плоских слитков (задача импортозамещения для заводов Восточного дивизиона ОК РУСАЛ). Варианты литейной оснастки приведены на рисунке 1.

Основная механическая обработка поддонов выполняется на модернизированном продольно-фрезерном станке 6М610в обычном трехосевом режиме с максимальным использованием жесткости и производительности станка (рис. 2).

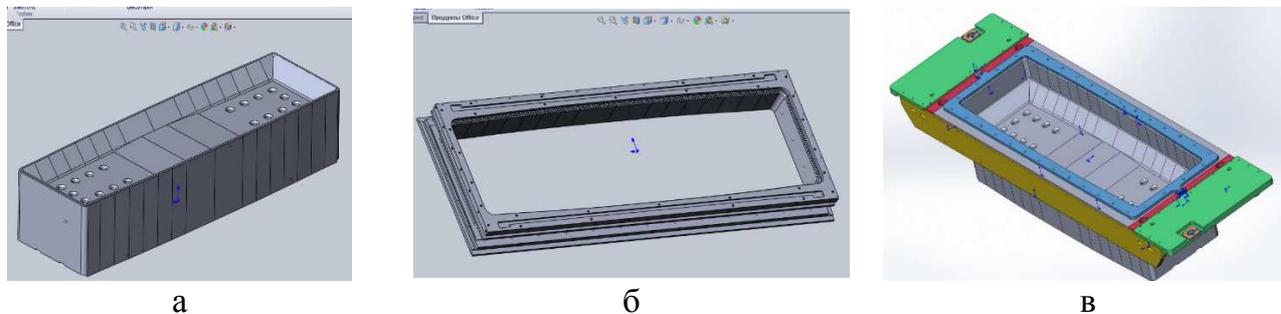


Рис. 1. Литейная оснастка для получения плоских слитков: поддон (а), кристаллизатор (б), кристаллизатор в сборе (в)

Механическая обработка корпуса кристаллизатора производится в пятиосевом варианте с использованием дополнительно двух модулей и скоростного мотор-шпинделя. Если по технологии требуется, то производится накатка внутренней поверхности кристаллизатора (рис. 3).

При обработке верхнего фланца кристаллизатора с системой подачи масла под высоким давлением можно использовать только одну ось (С) шпиндельной головки, без оси (А), так как все элементы и отверстия находятся в одной плоскости (рис. 4).

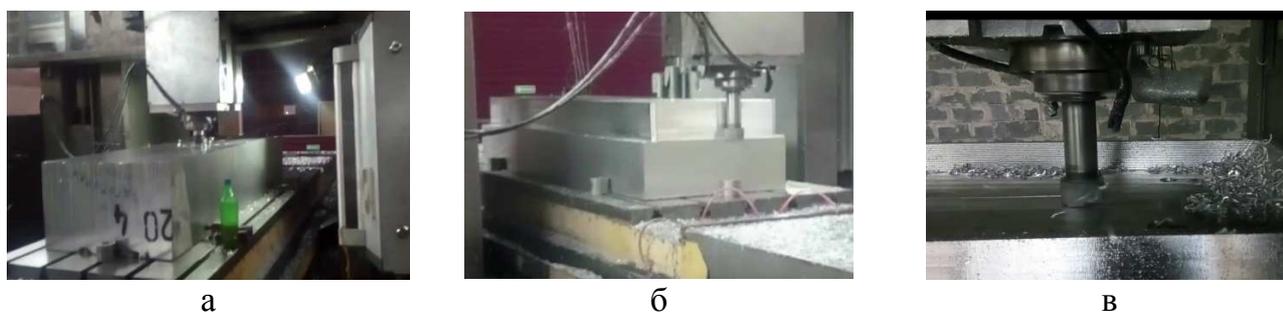


Рис. 2. Обработка поддонов в трехосевом режиме: обработка верхней плоскости (а), бокового контура (б), черновая обработка ванны поддона (в)



Рис. 3. Вариант двухосевой шпиндельной головки (а) и вариант накатного устройства (б)

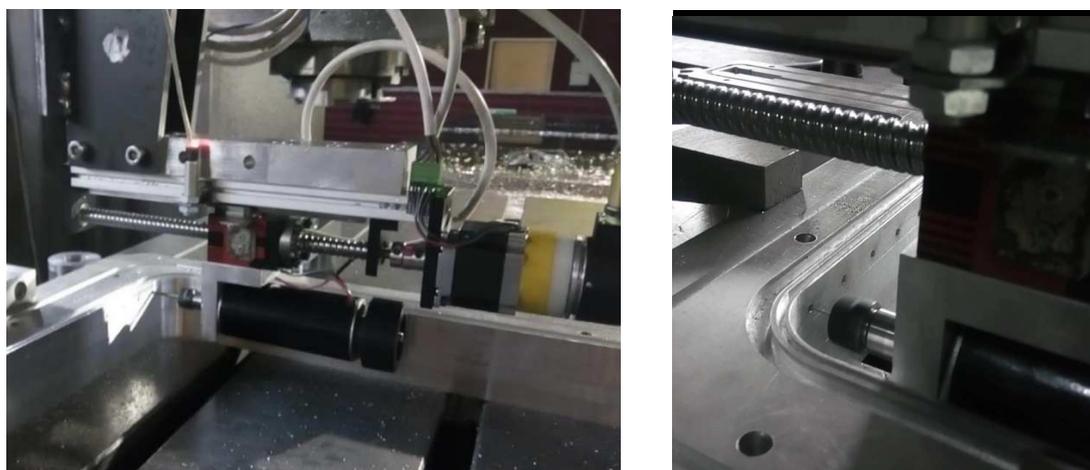


Рис. 4. Вариант использования шпиндельной головки (XYZCW) при сверлении жиклеров диаметром 0,8 мм для подачи масла под давлением

Применение агрегатно-модульного принципа при модернизации продольно-фрезерного станка 6М610 позволяет обработать корпус на одном станке, используя различные виды обработки, по цифровой технологии. Это позволяет не только резко поднять качество, но и уменьшить количество оборудования, при значительном уменьшении числа занятых рабочих. Использование сетевой поддержки снижает время на переналадку по видам обработки до несколько минут.

В целом малые специализированные цифровые производства с модернизацией оборудования под разработанную технологию позволяют не только повысить качество, уменьшить более чем в десять раз общие издержки производства, но и не требуют значительных капитальных затрат на организацию производства. Это следующий, более производительный, этап развития промышленного производства, который в корне меняет весь сложившийся производственный уклад.

Список литературы

1. Хорошавина Н.С. Цифровая трансформация промышленных предприятий на основе повышения их инновационной активности // Вопросы региональной экономики. – 2019. – № 4(41). – С. 74-83
2. Афанасьев А.А. Цифровая трансформация машиностроения России в контексте четвертой промышленной революции // Вопросы инновационной экономики. – 2024. – Т. 14, №1. – С. 221-240. – doi: 10.18334/vines.14.1.120242.
3. Platonov V.V., Platonova E.V., Timchenko V.V., Zheltobruhov E.M. High-tech small digital manufacturing in mechanical engineering // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020, vol. 734(1), p. 012049.

Сведения об авторах:

Платонов Владимир Викторович – к.т.н., доц., доцент кафедры ЭМиАТ;
Платонова Елена Владимировна – к.т.н., доц., доцент кафедры ЭМиАТ.