

УДК 621.9.06, 62-523.8

Технологии высокоскоростной многоосевой обработки на базе продольно-фрезерного станка 6М610Ф11-23

Платонов Владимир Викторович, кандидат технических наук, доцент

Платонова Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Абакан, Россия

E-mail: eplatonova@yandex.ru

Аннотация — Глубокая модернизация устаревших металлообрабатывающих станков с ЧПУ является альтернативой технического перевооружения металлообрабатывающих предприятий. Применение при модернизации оборудования принципа агрегатирования позволяет внедрить современные технологии высокоскоростного резания и многоосевой обработки.

Ключевые слова — высокоскоростная обработка, многоосевая обработка, модернизация станков с ЧПУ, принцип агрегатирования

Technologies of high-speed multi-axis machining on the basis of the longitudinal milling machine 6M610Ф11-23

Platonov Vladimir, PhD in Technical Sciences, associate professor

Platonova Elena, PhD in Technical Sciences, associate professor

Khakas Technical Institute – branch of Siberian Federal University

Abakan, Russian Federation

Abstract — Deep modernization of legacy machine tools with CNC is an alternative to technical re-equipment of enterprises of metal. Application of the principle of aggregation in equipment modernization allows to introduce modern technology as high-speed cutting and multi-axis machining.

Keywords — high-speed machining, multi-axis machining, modernization of CNC machines, principle of aggregation

1. ВВЕДЕНИЕ

Развитие металлообработки в России идет двумя путями: путем технического и технологического перевооружения вспомогательных производств крупных компаний и путем создания небольших специализированных высокотехнологичных предприятий. В обоих случаях внедрение в металлообработку передовых технологий и инновационных решений сдерживается следующими основными факторами:

- высокая стоимость (десятки и сотни миллионов рублей) новых металлообрабатывающих станков и, соответственно, длительный срок их окупаемости, что неподъемно для малого бизнеса;
- отсутствие инновационных технологий, разработанных под производственные конкретные задачи;
- гарантированная на несколько лет вперед потребность в выпускаемой продукции;
- дефицит квалифицированных кадров по их обслуживанию инновационного оборудования.

Экономически выгодной альтернативой приобретению нового оборудования является глубокая модернизация устаревших станков с ЧПУ, позволяющая внедрить, например, современные технологии высокоскоростного резания и многоосевой обработки.

Высокоскоростная фрезерная обработка (HSM) за последние пять лет совершила революционный переворот в методах механообработки [1, 2, 3, 4, 5, 6]. В мировом станкостроении сегодня наблюдается устойчивая тенденция создания станков, предназначенных для HSM обработки. Достижения в области технологии создания режущего инструмента позволили эффективно применять HSM обработку в различных отраслях. Технология САМ сегодня бурно развивается, чтобы удовлетворить специфические потребности в создании новых стратегий движения инструмента для HSM [7, 8]. При многочисленных технологических преимуществах HSM решающим фактором в оценке процесса

такой обработки является производительность станков, которые определяют стоимость производства и, таким образом, амортизацию инвестиций.

Высокая точность и качество пространственно сложных деталей современных машин сегодня обеспечивается сочетанием технологий HSM с использованием многоосевых фрезерных обрабатывающих центров [9].

В работах [10, 11] была представлена разработка специальной трехосевой шпиндельной головки и возможности ее применения при изготовлении крупногабаритной литейной оснастки по технологии HSM. В работах [12, 13] рассмотрены вопросы дальнейшей модернизации продольно-фрезерного станка 6М610Ф11-23 с применением элементов агрегатирования.

В настоящее время на базе продольно-фрезерного станка 6М610Ф11-23 разработана и внедрена эффективная технология высокоскоростной пятиосевой обработки.

II. РЕАЛИЗАЦИЯ HSM-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КРИСТАЛЛИЗАТОРОВ И ПОДДОНОВ

Механическая обработка кристаллизаторов и поддонов для предприятий цветной металлургии ведется нами с использованием высокоскоростной HSM-технологии, которая работает в CAD/CAM–системе напрямую с 3D-моделями со сквозной сетевой поддержкой.

В качестве основного оборудования для реализации выбранной технологии был взят продольно-фрезерный станок 6М610Ф11-23, производства Минского станкостроительного производственного объединения 1988 года выпуска. Станок подвергся глубокой модернизации [9, 10], которая была проведена на основе принципа агрегатирования.

Для обработки технологических отверстий в малых кристаллизаторах прямоугольной формы была адаптирована угловая ускорительная головка от Швейцарского станка “Starrag KF250”. Реализация пространственного сверления предложенной ранее угловой головкой может осуществляться за счет взаимных приращений по линейным осям (X,Y,Z), что не всегда приемлемо с

точки зрения качеств малых отверстий. Поэтому для обработки технологических пространственных малых отверстий по HSM-технологии в больших кристаллизаторах была спроектирована и изготовлена специальная трехосевая шпиндельная головка модульного типа (оси круговые А, С и линейная W), представленная на рисунке 1.

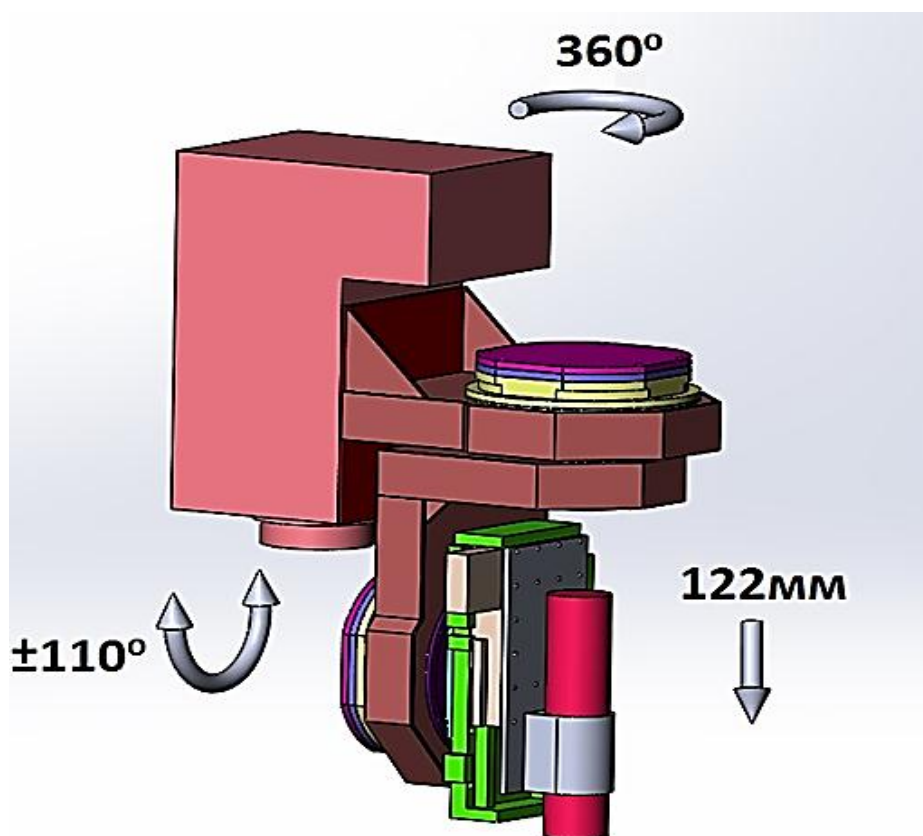


Рисунок 1 – Трехосевая шпиндельная головка модульного типа

В конструкции головки использовались инновационные решения для машиностроения, а именно круговые оси А и С реализованы с помощью кольцевых двигателей (два модуля вращения), а линейная ось W реализована с помощью линейного двигателя перемещения производства «Bosch Rexroth» и скоростного мотор-шпинделя (модуль перемещения).

На рисунке 2 показан основной вариант компоновки оборудования.

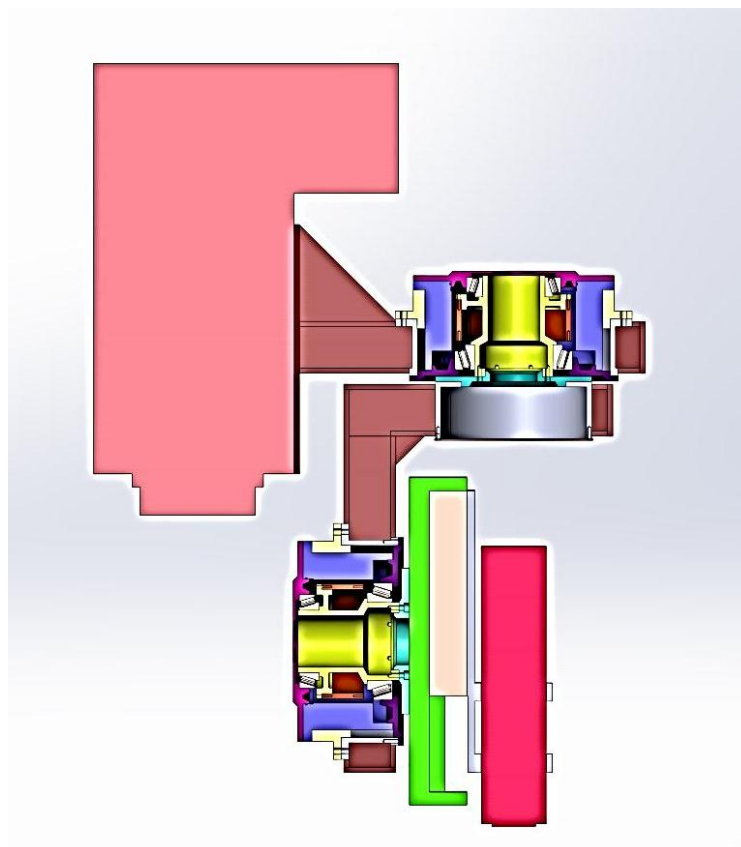


Рисунок 2 – Основной вариант компоновки оборудования

Модернизация станка позволила решить реализовать с минимумом инвестиционных вложений отечественную технологию механической обработки кристаллизаторов и поддонов, а применение принципа агрегатирования дало возможность расширения области применения продольно-фрезерного станка 6М610Ф11-23 для решения других технологических задач. Принципиальным преимуществом агрегатирования является возможность по-разному компоновать применяемые модули. В результате были разработаны абсолютно новые варианты обработки деталей, технологическое описание которых представлено в следующем разделе.

III. РАСШИРЕНИЕ HSM-ТЕХНОЛОГИЙ ПОСЛЕ МОДЕРНИЗАЦИИ СТАНКА

При обработке небольших кольцевых кристаллизаторов может использоваться вариант пятиосевой обработки, когда поворотные оси (А и С) реализованы взаимно перпендикулярным вращением стола с заготовкой. Для этого используются оба поворотные модули предложенной шпиндельной

головки. Вместо линейного модуля используется круглый стол и задняя поддержка (рисунок 3).

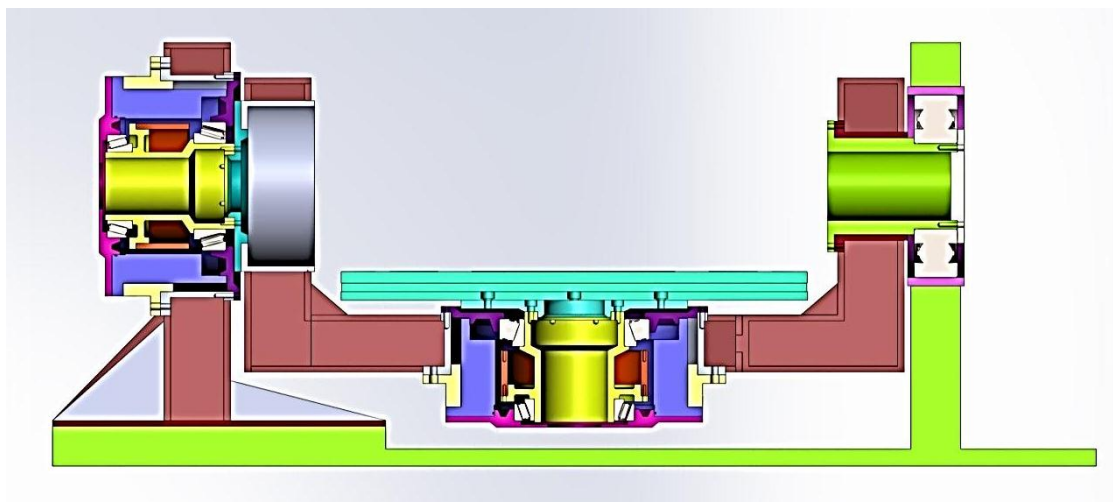


Рисунок 3 – Вариант компоновки для пятиосевой обработки

При четырехсторонней обработке относительно длинных деталей, а также различных лопастей может использоваться вариант четырехосевой обработки (X, Y, Z, A). Для этого используется первый поворотный модуль, при необходимости используется задний поддерживающий центр (рисунок 4).

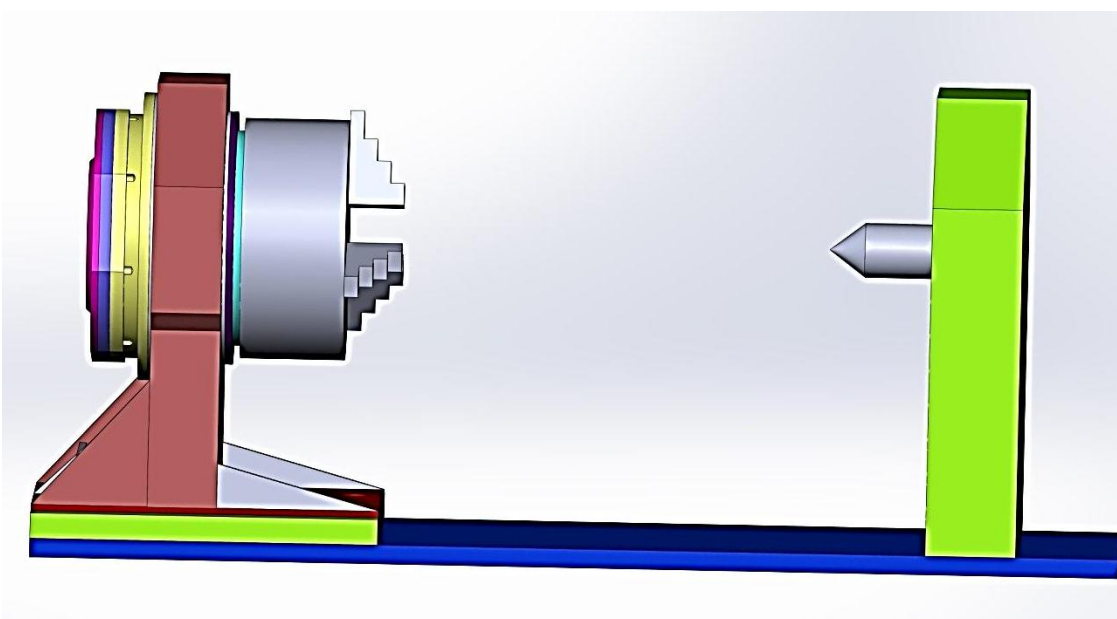


Рисунок 4 - Вариант компоновки для четырехосевой обработки

Для накатки внутренней криволинейной поверхности кристаллизаторов с целью повышения срока службы, используется первый модуль вращения с закрепленным на нем накатным устройством. Накатка криволинейной поверхности ведется в автоматическом режиме под управлением системы ЧПУ (рисунок 5).

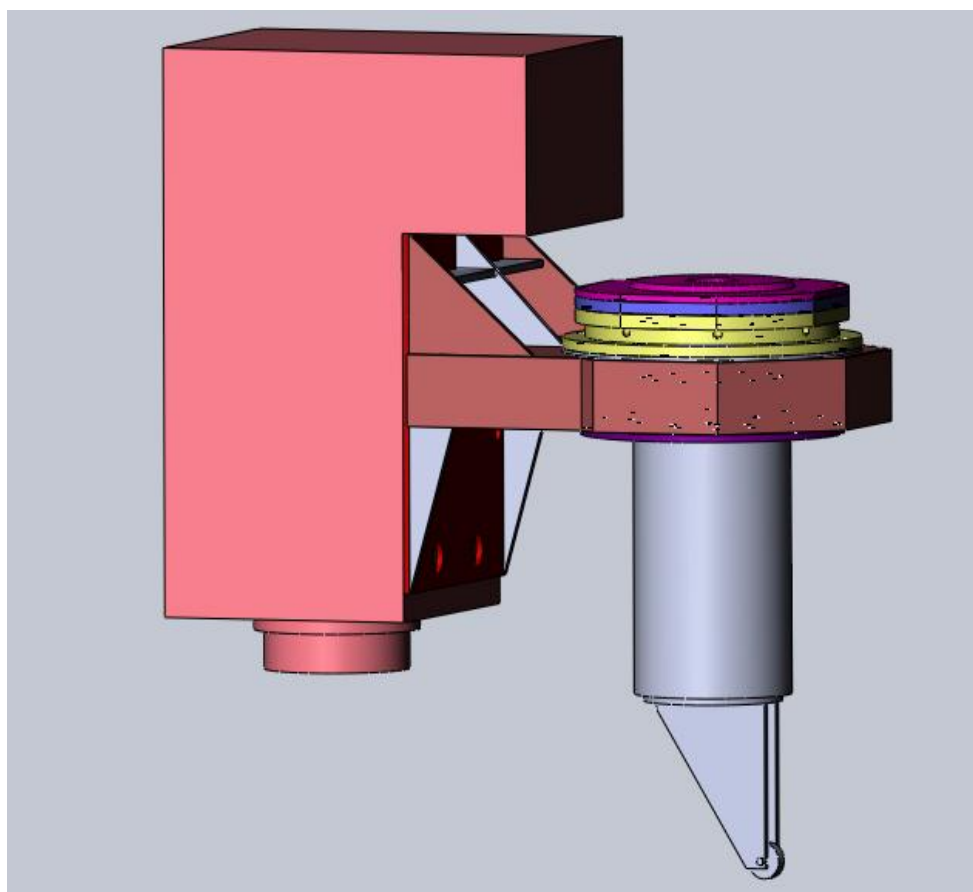


Рисунок 5 – Вариант компоновки для накатки внутренней криволинейной поверхности кристаллизаторов

Для цикла глубокого сверления отверстий малого диаметра в выпорах или большого количества отверстий (более 1000) в ситах с поддержкой цикла HSM используется линейный двигатель (модуль перемещения) с высокоскоростным мотор-шпинделем (рисунок 6).

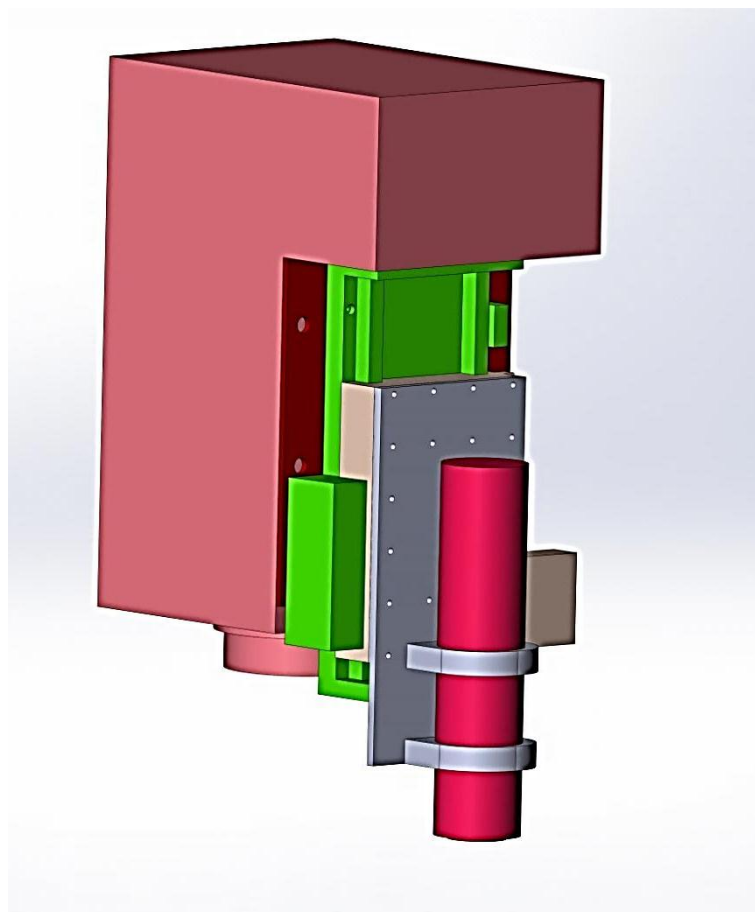


Рисунок 6 – Вариант компоновки для цикла глубокого сверления

Для корректной подготовки управляющих программ в САМ-системе (СПРУТКАМ), учитывающей выбранный вариант (станок), в системе ЧПУ NC-110 реализованы следующие процессы:

- первый процесс – трехкоординатная обработка (X, Y, Z) с вертикальным шпинделем;
- второй процесс - трехкоординатная обработка (X, Y, Z) с горизонтальным шпинделем (при использовании торцевой головки);
- третий процесс – четырехкоординатная обработка (X, Y, Z, C) при накатке внутренней криволинейной поверхности кристаллизатора;
- четвертый процесс – четырехкоординатная обработка (X, Y, Z, A) при длинных деталях (лопастей) на фрезерно-токарных станках;
- пятый процесс – пятикоординатная обработка (X, Y, Z, A, C) , когда круговые оси A и C реализованы в шпиндельной головке;

- шестой процесс – пятикоординатная обработка (X, Y, Z, A, C), когда круговые оси A и C реализованы взаимно перпендикулярным вращением стола с заготовкой;

- седьмой процесс – шестикоординатная обработка (X, Y, Z, A, C, W), когда круговые оси A, C и линейная W реализованы в шпиндельной головке

Таким образом, главным достоинством реализации принципа агрегатирования является высокая гибкость и эффективность процесса последовательной обработки детали на одном станке, что позволяет не только сократить время технологического процесса и снизить финансовые расходы, но и практически полностью исключить субъективный фактор в работе.

HSM является не только инновационной технологией, позволяющей сократить время производства и повысить точность обработки деталей, но также это - реальная стратегия для повышения производительности труда. HSM позволяет повысить производительность труда в полтора-два раза по сравнению с современным традиционным подходом, когда технология разрабатывается под традиционный станок с ЧПУ), и в 5-10 раз по сравнению с обработкой на станках без ЧПУ. Применение принципа агрегатирования напрямую затрагивает время цикла и затраты на производство при достижении высокого качества изготавливаемых деталей.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Непрерывное совершенствование и развитие техники требуют более частой смены объектов производства и, следовательно, его переналадки. Характер переналадки производственного процесса зависит от вида производства. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что при частой сменяемости изготавливаемых изделий агрегатирование является наиболее прогрессивным методом конструирования, обеспечивающим ускорение технического прогресса и большой экономический эффект. Безусловно, создавая принципиально новые машины или изделия, нельзя обойтись без проектирования конструктивно новых составных частей этих изделий. Но они

должны проектироваться из автономных агрегатов, которые при дальнейшем развитии изделий можно было бы унифицировать. От последовательности и характера технологических процессов зависит компоновка агрегатных станков и линий, которую заказчик может выполнять самостоятельно.

Модернизация станков с ЧПУ по принципу агрегатирования обеспечивает расширение области применения станков путем замены их отдельных узлов и блоков, возможность компоновки оборудования разного функционального назначения из отдельных узлов, изготавливаемых на специализированных предприятиях, создания универсальных приспособлений при разработке технологической оснастки и т.д. Агрегатирование дает возможность уменьшить объем проектно-конструкторских работ, сократить сроки подготовки и освоения производства, снизить трудоемкость изготовления изделий, а также расходы на ремонтные операции.

Список использованных источников

1. Туромша, В.И. Концепция скоростного силового резания. // Вестник Белорусско-Российского университета: Машиностроение. Металлургия. – 2010. – №2(27). - С.101-112.
2. Выявление пиковой производительности при высокоскоростной обработке: технический обзор // Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. - 2010. - С. 1–11.
3. Космынин А.В., Щетинин В.С., Хвостиков А.С., Смирнов А.В., Блинков С.С. Высокоскоростной шпиндельный узел внутришлифовального станка для прецизионной обработки деталей летательных аппаратов // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8-1. – С. 137-138.
4. High speed machining (HSM) – the effective way of modern cutting // International Workshop CA Systems And Technologies Forum. San Francisco: Moscone Center.- 2012. - P. 72–79.

5. Danielson S., Georgeou T., Teo A. High Performance Machining: A Practical Approach to High Speed Machining // American Society for Engineering Education. 2008. Vol. 6. P. 1–11.
6. Blau P. Flushing Strategies for High Performance, Efficient and Environmentally Friendly Cutting // 12th Global Conference on Sustainable Manufacturing. USA: Elsevier, 2015. P. 361–366.
7. Степанов А. Высокоскоростное фрезерование в современном производстве // CAD/CAM/CAE Observer. -2003. - № 4. - С. 1–8.
8. Виттингтон К., Власов В. Высокоскоростная механообработка. // САПР и графика. - 2002. - № 11. - С. 10–17.
9. Бондарь И.В., Криворучко Д.В. Пятиосевая обработка на фрезерных станках с ЧПУ. // Вестник ХПИ: Нові рішення в сучасних технологіях. – 2017. - №7. – С.10-17.
10. Майзель И.Г., Платонов В.В., Глушкин Е.Я. Модернизация продольно-фрезерного станка 6М610ф11-23 для современной технологии изготовления крупногабаритной литейной оснастки. // Вестник ИрГТУ: Механика и машиностроение.- 2015.- №4(99).- С. 27-32.
11. Майзель И.Г., Платонов В.В., Глушкин Е.Я. Разработка специальной трехосевой шпиндельной головки для изготовления литейной оснастки по технологии HSM. // Вестник ИрГТУ: Механика и машиностроение.- 2015.- №7(102).- С. 66-70.
12. Платонов В.В., Платонова Е.В., Майзель И.Г. Модернизация металлорежущих станков с ЧПУ под конкретные технологические задачи с применением элементов агрегатирования. // СТИН: Научно-технический журнал. – ООО «СТИН», №8, 2016. – С. 8-12
13. Platonov V.V., Platonova E.V., Maizel I.G. Modernization of numerically controlled machine tools on modular principles // Russian Engineering Reserch. – Vol. 37. -№2. – 2017. – pp. 140-143