

Для вирішення кожного, з перелічених вище, завдань використовуються способи, засновані на технічній реалізації цих об'єктів.

**Висновки.** Запропоновані нові принципи проектування організаційно-технологічної структури системи дрібносерійної зборки складних машинобудівних виробів, пов'язані із застосуванням багаторівневого підходу до моделювання процесу складання на засадах логіко-лінвістичного опису моделі її елементів.

**Список літератури:** 1. Андрющенко В.А. Следящие системы автоматизированного сборочного оборудования. / В. А. Андрющенко// Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. - 246 с. 2. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения / Б.М. Базров// Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2005. - 736 с. 3. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. / А.Н. Балабанов // - М.: Изд-во стандартов, 1992. - 464 с. 4. Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения. / Б.С. Балакшин // М.: Машиностроение, 1982. - 367 с. 5. Вартанов М.В. Обеспечение технологичности конструкции изделий при их многоуровневом преобразовании в структуру процесса автоматизированной сборки / М.В. Вартанов //Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специстам: 05.02.08 – технология машиностроения, 05.13.06 – автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям). Москва, - 2005. – 419с.

**Bibliography (transliterated)** 1. Andriushchenko V.A. Sledjashhie sistemy avtomatizirovannogo sborochnogo oborudovaniya. Leningrad: Mashinostroenie. Leningr. ot-d-nie, 1979. - 246 P. 2. Bazrov B.M. Osnovy tehnologii mashinostroeniya. Uchebnik dlja vuzov. Moscow: Mashinostroenie, 2005. - 736 P. 3. Balabanov A.N. Kratkij spravochnik tehnologa-mashinostroitelja. - Moscow: Izd-vo standartov, 1992. - 464 P. 4. Balakshin B.P. Teorija i praktika tehnologii mashinostroeniya. Moscow: Mashinostroenie, 1982. - 367 P. 5. Vartanov M.V. Obespechenie tehnologichnosti konstrukcii izdelij pri ih mnogourovnevom preobrazovanii v strukturu processa avtomatizirovannoj sborki. Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni doktora tehniceskikh nauk po specistjam: 05.02.08 – tehnologija mashinostroeniya, 05.13.06 – avtomatizacija i upravlenie tehnologicheskimi processami i proizvodstvami (po otrasljam). Moscow, - 2005. – 419P.

*Поступила (received) 04.10.2014*

**УДК 658.52.011.56**

*А. А. КЛОЧКО*, д-р техн. наук, профессор НТУ «ХПИ»

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗУБООБРАБОТКИ ЗАКАЛЕННЫХ КОЛЕС ОДНОШПИНДЕЛЬНОЙ И ДВУХШПИНДЕЛЬНОЙ СХЕМОЙ РЕЗАНИЯ**

Для чистовой зубообработки колес крупного модуля предложен метод прерывистого обката с использованием дисковых немодульных фрез (размеры фрезы не зависят от модуля), оснащенных керамическими пластинками и специальных фрезерных суппортов с одношпиндельной и двухшпиндельной схемой резания с учетом обеспечения всех основных установочных движений скоростных немодульных дисковых фрез. Метод прерывистого обката используется на зубострогальных и зубошлифовальных станках и обладает тем преимуществом, что в момент рабочего хода инструмента заготовка колеса неподвижна или совершает незначительный поворот, т.е. обработка протекает, по сравнению с методом обкатки с обеспечением наибольшей контактной жесткости инструмента и определяет способность поверхностных слоев зубчатых колес, находящихся в контакте с режущей кромкой инструмента, обеспечивать процесс резания.

© А.А. Ключко, 2014

**Ключевые слова:** зубообработка, схемы резания, закаленные крупномодульные зубчатые колеса, одношпиндельные и двухшпиндельные супорты

**Введение.** Для чистовой обработки закаленных колес на станках мод. 5А342, 5343, фирмы «МААГ» разработаны две конструкции специальных фрезерных суппортов: одношпиндельная, где в качестве станочной линии зацепления пары инструмент – деталь используется нормаль к эвольвентам, расположенная горизонтально, профильный угол зубьев инструмента- дисковой фрезы близок к  $\alpha_u = 0^\circ$ . Фреза в первоначальный момент обработки расположена со смещением относительно оси колеса на расчетное расстоянии [1, 3, 5]. Обработка правой и левой боковых поверхностей зубьев колеса осуществляется отдельно, обработка ведется за два прохода; двухшпиндельная, реализующая схему резания при одновременной обработке обеих боковых поверхностей зубьев колеса с использованием двух дисковых фрез, расположенных с наклоном на угол  $\alpha_p = 20^\circ$ . Профильный угол зубьев фрезы равен  $\alpha_p = 0^\circ$ .

**Основная часть.** Одношпиндельный суппорт рис. 1 и рис. 2 состоит из опорной плиты 1, шпинделя 2, оправки 3, шпонки торцевой 4, крепежных винтов 5, электродвигателя 7, клиноременной передачи 8. Дисковая фреза 6 закрепляется консольно на того, какую сторону зубьев необходимо обработать, на суппорте у станавливают фрезу леворежущую или праворежущую.

В процессе обработки дисковая фреза совершает возвратно-поступательное движение вверх-вниз, аналогично движению зубострогальной гребенки. После обработки одной боковой поверхности всех зубьев колеса на суппорте меняется, например, леворежущая фреза на праворежущую, изменяется направление вращения и ход колеса на обратные и производится обработка другой боковой поверхности зубьев.

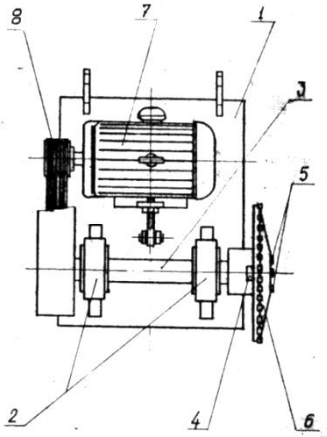


Рис. 1 – Принципиальная схема одношпиндельного спецсуппорта к зубострогальному станку фирмы «МААГ»

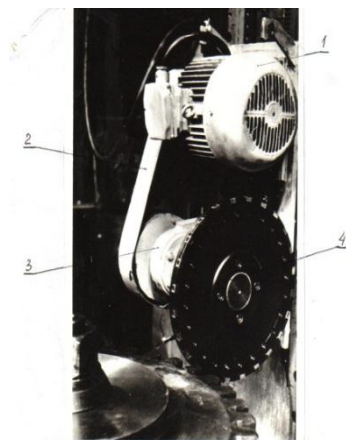


Рис. 2 - Рабочая конструкция одношпиндельного спецсуппорта к зубостругальному станку фирмы «МАОГ»: 1 - электродвигатель; 2 - клиноременная передача; 3 - шпиндель; 4 - дисковая фреза, оснащенная керамикой

Двухшпиндельный суппорт состоит из двух шпиндельных головок (рис. 3), каждая из которых имеет независимый привод и наклонена на угол  $\alpha_0 = 20^\circ$ . Левая головка неподвижно закреплена на установочной плите. Правая головка перемещается в направляющих при помощи ходового винта в направлении, параллельном движению заготовки.

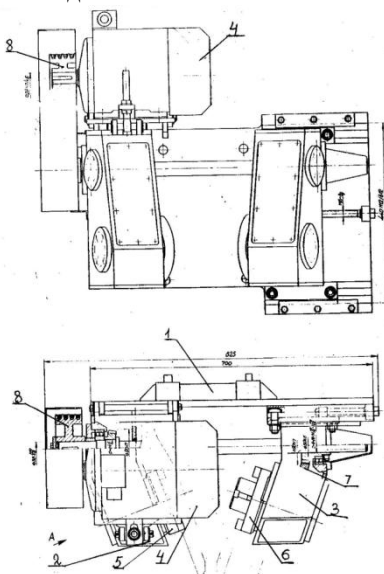


Рис. 3 – Принципиальная конструкция двухшпиндельного спецсуппорта к зубостругальному станку

Дисковые фрезы  $\phi 40$  мм приводятся во вращение электродвигателями мощностью  $P = 1,5$  кВт посредством червячных пар с передаточным отношением  $u = 4,75$ . Частота вращения дисковых фрез составляет 300 об/мин. Расстояние между дисковыми фрезам выбирается в зависимости от модуля обрабатываемого зубчатого колеса и изменяется в пределах от 75 мм до 150 мм. В качестве смазки червячной пары применяется нелегированное масло цилиндрическое марки 52 по ГОСТ 6411-76 [2, 4].

На рис. 4 показана принципиальная конструкция одношпindelного спецсуппорта к станку мод. 5А342. Суппорт состоит из основания 1, присоединяемого к колонне станка, поперечной траверсы 2, на которой размещена инструментальная каретка 3 с индивидуальным приводом 4 и дисковой фрезой 5. Тангенциальное перемещение  $V_m$  траверсы 2 осуществляется с помощью ходового винта 6, а возвратно-поступательные перемещения вверх-вниз каретки 3 с инструментом осуществляются с помощью высокомоментного электродвигателя и шариковой винтовой пары (ШВП) 8.

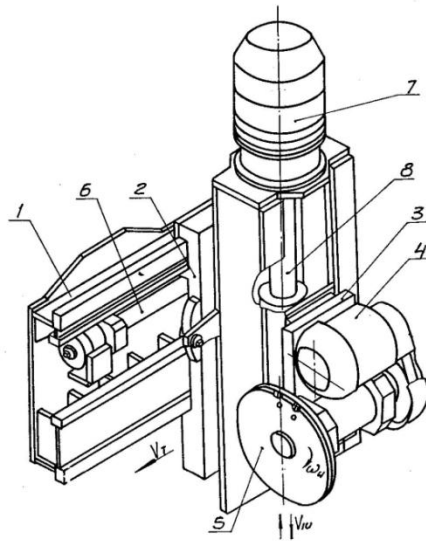


Рис. 4 – Принципиальная конструкция одношпindelного спецсуппорта к вертикально-зубофрезерному станку мод. 5А342

Отличительными особенностями спецсуппорта к станку мод. 5343 являются (рис. 5) наличие двух шпинделей 1 и 2, расположенных по отношению к основанию 3 под углом  $\alpha_0 = 20^\circ$ , и увеличенная длина направляющих траверсы 4, позволяющая обработать зубчатые колеса с

длиной зуба  $b = 1500$  мм.

Каждая из двух дисковых фрез 5 и 6 имеет индивидуальные приводы 7 и 8, а расстояние между ними регулируется с помощью установочных винтов 9 и 10. Суппорт позволяет обрабатывать улучшенные и закаленные зубчатые колеса с модулем зубьев до  $m=50$  мм, углом наклона зубьев до  $\beta=15^\circ$  и наружным диаметром до  $D_a=3000$  мм.

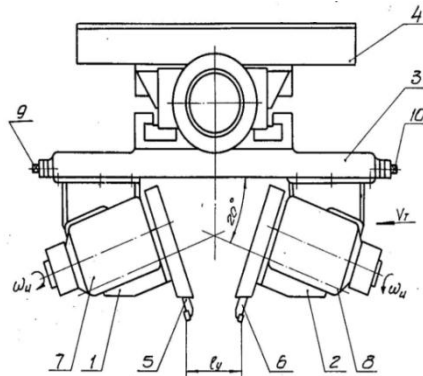


Рис. 5 – Принципиальная конструкция двухшпиндельного спецсуппорта к зубофрезерному станку мод. 5343

Оба суппорта предназначены для чистовой обработки закаленных колес и приводных шестерен рудо- и углеразмольных мельниц взамен зубошлифования и с целью исключения кооперации производства или приобретения импортного дорогостоящего зубошлифовального оборудования.

**Выводы.** Для обеспечения высокопроизводительной обработки закаленных крупномодульных колес на зубофрезерных станках мод. 5А342, 5343, зубострогальных станков «МААГ» необходимо применение специальных одно и двухшпиндельных суппортов, обеспечивающих качество и точность зубообработки.

**Список литературы:** 1. Тимофеев Ю. В. Новая технология скоростной обработки закаленных крупномодульных зубчатых колес специальными дисковыми фрезами / Ю. В. Тимофеев, А. А. Клочко, В. Ф. Шаповалов // Вісник СевНТУ : зб. наук. пр. Серія «Машиноприладобудування та транспорт». – Севастополь, 2011. – Вип. 118. – С. 139–144. 2. Шелковой А. Н. Общие принципы моделирования оптимального управления параметрами точности, качества и производительности зубообработки закаленных крупномодульных зубчатых колес / А. Н. Шелковой, Е. В. Мироненко, А. А. Клочко // Вісник СевНТУ : зб. наук. пр. Серія «Машиноприладобудування та транспорт». – Севастополь, 2013. – Вип. 140. – С. 203–210. 3. Пат. 2082567 Российская Федерация, МКИ В23 F 5/00. Зубообрабатывающий станок / В. Ф. Шаповалов, В. И. Печень, А. А. Клочко, Г. Н. Руин, С. П. Налетов, Н. И. Аристархов, В. Д. Коротков, Н. А. Лобанов, А. В. Кузнецов. – № 92009350 ; заявл. 01.12.92 ; опубл. 27.06.97, Бюл. № 18. – 6 с. : ил. 4. Технологические основы обеспечения производительности, точности и качества зубообработки закаленных крупномодульных зубчатых колес / Ю. В. Тимофеев, А. Н. Шелковой, А. А. Клочко, Е. В. Мироненко // Вісник Донецького

Национального технического университета: сб. науч. пр. Серия: Машиностроение и машиностроение. – Донецк : ДНТУ, 2013. – № 1 (10) (2013). – С. 131–140. 5. Клочко А. А. Области оптимального управления параметрами точности, качества и производительности зубообработки закаленных крупномодульных зубчатых колес / А. А. Клочко, Ю. В. Тимофеев, А. Н. Шелковой // Надежность инструмента и оптимизация технологических систем : сб. науч. тр. – Краматорск : ДГМА, 2012. – Вып. 32. – С. 332–343.

**Bibliography (transliterated):** 1. Timofeev, U.V., A.A. Klochko and V. F. Shapovalov. *New technology high-speed machining of hardened gears coarse-grained special disc cutter* P. News SevNTU: ST. ScienceP. pr. Series "Mashinopriladobuduvannya that transport." -Sevastopol, 2011. - VIP. 118. -P. 139-144. 2. Shelkovoy A.N., E.V. Mironenko and A.A. Klochko. *General principles of modeling the optimal control parameters of precision, quality and performance gear treatment quenched coarse-grained gear* P. News SevNTU: ST. ScienceP. pr. Series "Mashinopriladobuduvannya that transport." - Sevastopol, 2013. - Vip. 140. - P. 203-210. 3. V.F. Shapovalov, et al. Pat. 2082567 Russian Federation, B23 MKI F 5/00. *Gear Machine* / - No 92009350; appl. 01/12/92; publ. 27.06.97, Bul. No 18. -6 P. : yl. 4 Timofeev U.V., et al. *Technological bases ensure productivity, accuracy and quality gear treatment quenched coarse-grained gear* P. News of Donetsk Natsionalnogo tehnicnogo universitetu: ST. ScienceP. pr. Seriya: Mashinobuduvannya i mashinoznavstvo. - Donetsk: DNTU, 2013. - No 1 (10) (2013). - P. 131-140. 5. Klochko A.A., U.V Timofeev and A. N., Shelkovoy. *Fields optimal. control the parameters of precision, quality and performance gear treatment quenched coarse-grained gear* P. Reliable tools and optimization of technological systems: Sat. scientific. tr. - Kramators'k: DGMA, 2012. - Vol. 32. - P. 332-343.

*Поступила (received) 07.10.2014*

## УДК 621.9.15

**Е.В. МИРОНЕНКО**, д-р. техн. наук, проф. ДГМА, Краматорск;  
**С.Л. МИРАНЦОВ**, канд. техн. наук, доц. ДГМА, Краматорск;  
**Д.Г. КОВАЛЕВ**, ассистент, ДГМА, Краматорск

### ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТЯЖЕЛОГО КАРУСЕЛЬНОГО СТАНКА

Предлагаются модель технологической системы тяжелого карусельного станка. Рассмотрена структурная модель динамической системы со сборным инструментом для тяжелых станков в целом и отдельно ее составляющие элементы. Предложена расчетная схема системы «ползун - инструмент». Представлен имитационная модель поведения технологической системы, которая реализована в программной среде Simulink MatLab. Сделаны выводы о динамических свойствах режущего инструмента при заданных условиях обработки.

**Ключевые слова:** карусельный станок, инструмент, модель, ползун, резание, алгоритм.

**Введение.** Характерной особенностью эксплуатации режущего инструмента и назначения элементов режима резания на тяжелых карусельных станках является то, что на различных операциях существуют большие отличия в жесткости и, особенно, виброустойчивости технологической системы. Производительность механической обработки на тяжелых станках, в частности на карусельных станках, определяется множеством факторов. Одним из факторов, ограничивающих

---

© Е.В. Мироненко, С.Л. Миранцов, Д.Г. Ковалев, 2014