

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 специалностям: 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 sborocznego oborudovaniya. Leningrad: Mashinostroenie. Leningr. otd-nie, 1979. - 246 P. 2. Bazrov B.M. Osnovy tehnologii mashinostroeniya. Uchebnik dlja vuzov. Moscow: Mashinostroenie, 2005. - 736 P. 3. Balabanov A.N. Kratkij spravocchnik 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 speciestjam: 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. Клочко, 2014

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

Введение. Для чистовой обработки закаленных колес на станках мод. 5А342, 5343, фирмы «МААГ» разработаны две конструкции специальных фрезерных супортов: 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 $\alpha_s = 0^\circ$.

Основная часть. Одношпиндельный супорт 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 супорте 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 супорте меняются, например, леворежущая фреза на праворежущую, изменяется направление вращения и ход колеса на обратные и производится обработка другой боковой поверхности зубьев.

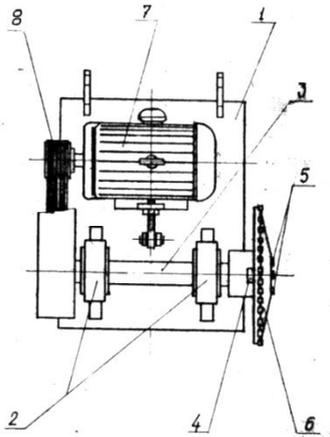


Рис. 1 – Принципиальная схема одношпиндельного спецсупорта к зубострогальному станку фирмы «МААГ»

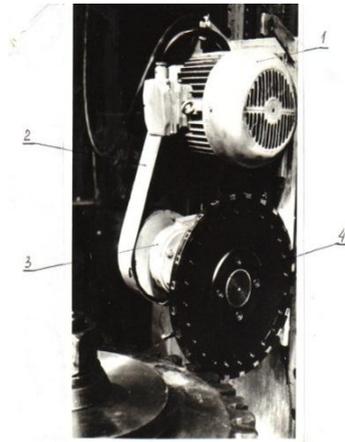


Рис. 2 - Рабочая конструкция одношпиндельного спецсуппорта к зубострогальному станку фирмы «МАОГ»: 1 - электродвигатель; 2 - клиноременная передача; 3 - шпиндель; 4 - дисковая фреза, оснащенная керамикой

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.

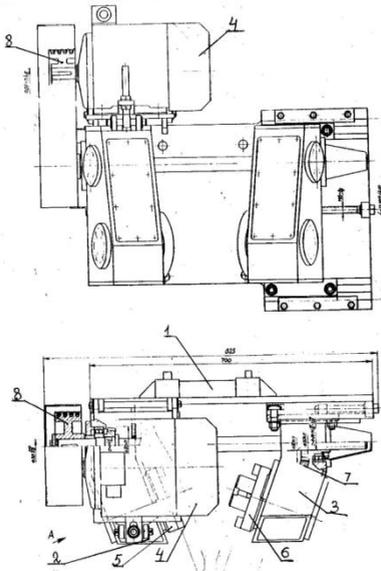


Рис. 3 – Принципиальная конструкция двухшпиндельного спецсуппорта к зубострогальному станку

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 одношпиндельного спецуппорта 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.

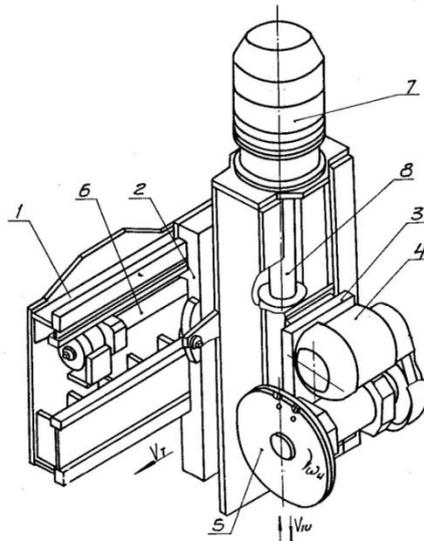


Рис. 4 – Принципиальная конструкция одношпиндельного спецуппорта к вертикально-зубофрезерному станку мод. 5А342

Отличительными особенностями спецуппорта 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.

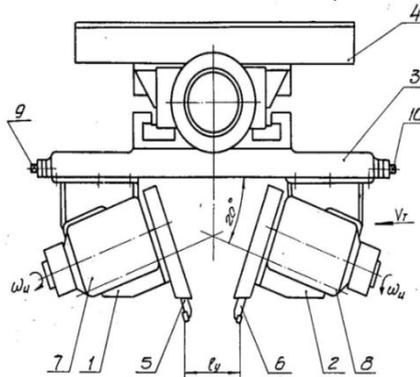


Рис. 5 – Принципиальная конструкция двухшпиндельного спецсуппорта к зубофрезерному станку мод. 5343

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 Національного технічного університету: зб. наук. пр. Серія: Машинобудування і машинознавство. – Донецьк : ДНТУ, 2013. – № 1 (10) (2013). – С. 131–140. **5.** Ключко А. А. Области оптимального. управления параметрами точности, качества и производительности зубообработки закаленных крупномодульных зубчатых колес / А. А. Ключко, 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 "Mashinoprikladobuduvannya 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 "Mashinoprikladobuduvannya 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