



Saratov Machines for Cylindrical Gearing Production

The article tells about The JSC Heavy Gear Cutting Machines (TZS) of Saratov, successor of the Heavy Gear Machine Plant – the only plant in Russia that specializes in production of machines for bevel and hypoid gear manufacturing. The enterprise has more than 60 year's history in this field constantly developing its manufacturing capabilities and introducing up-to-date techniques.

САРАТОВСКИЕ СТАНКИ

для производства цилиндрических зубчатых передач

Уже почти шесть десятилетий ЗАО «Тяжелые зуборезные станки» (ТЗС), известное до 2001 года как «Саратовский завод тяжелых зуборезных станков» (СЗТЗС), является единственным предприятием в России, основу деятельности которого составляет производство различных видов оборудования для изготовления конических и гипоидных зубчатых колес.

В.Г. Вислов, директор НТЦ, г. Саратов (Россия)

До распада СССР распределение производственных предприятий по номенклатуре выпускаемого зубообрабатывающего оборудования было следующим:

- ♦ Корсунь-Шевченковский станкозавод им. Б. Хмельницкого специализировался на выпуске зубодолбежных станков с размером обрабатываемых деталей до 250 мм;
- ♦ Витебский станкозавод «ВИСТАН» выпускал зубофрезерные станки в диапазоне от 200 до 400 мм;
- ♦ Егорьевский станкозавод «Комсомолец» производил зубофрезерные и зубодолбежные станки в диапазоне от 250 до 1250 мм;
- ♦ Клинский станкозавод изготавливал зубодолбежные станки в диапазоне от 800 до 2240 мм;
- ♦ Саратовский завод тяжелых зуборезных станков — станки для производства конических зубчатых колес в диапазоне от 320 до 1600 мм;
- ♦ Коломенский завод тяжелого станкостроения — зубофрезерные станки в диапазоне от 2000 до 12500 мм.

В настоящий момент обстановка на Российском рынке станков для производства зубчатых передач складывается следующим образом:

- ♦ Егорьевский «Комсомолец» и Клинский станкозаводы практически прекратили производственную деятельность, а Корсунь-Шевченковский перестал выпускать станки для зубообработки;
- ♦ Витебский станкозавод «ВИСТАН» (Беларусь) сохранил номенклатуру производимых станков, но теперь его продукция для российских потребителей является импортной.

Принимая во внимание сложившуюся ситуацию, ЗАО «ТЗС» с 2005 года успешно осваивает выпуск станков для производства цилиндрических

зубчатых передач. Этому способствовал огромный опыт в создании станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Учитывая постоянно растущий спрос на станки для изготовления цилиндрических зубчатых колес и некоторое снижение спроса на станки для производства конических зубчатых колес, ЗАО «ТЗС» поставило перед собой задачу в освоении номенклатуры Егорьевского и Клинского станкозаводов. ЗАО «ТЗС» пополнило свой модельный ряд зубофрезерными и зубодолбежными станками с ЧПУ для изготовления цилиндрических зубчатых колес в диапазоне от 320 до 2000 мм. Это оборудование аналогично размерному ряду станков для производства конических зубчатых передач, обладает близкими ему техническими характеристиками и принципами обработки. При разработке и в процессе производства этих станков важную роль играет накопленный опыт и высокая квалификация персонала.

Предлагаемое заводом зубофрезерное оборудование позволяет изготавливать высокоточные зубчатые колеса до 5–6-й степени точности, а зубодолбежные станки — до 6–7-й степени точности согласно ГОСТ 1643-81.

В настоящее время ЗАО «ТЗС» занимается модернизацией ранее выпущенных зубофрезерных и зубодолбежных станков, переводя их на ЧПУ. Данная операция выполняется путем замены сложной кинематической цепи связи зуборезного инструмента с изделием (ранее осуществляемой посредством всевозможных гитар) на управляемые системой ЧПУ двигатели. Двигатели, имеющие встроенные датчики и планетарный редуктор, устанавливаются либо непосредственно на конечных звеньях — на червяках инструментального штосселя и стола изделия, либо на приводе червячной фрезы. Производится замена гид-

роцилиндра движения стола шариковой винтовой передачей (ШВП) с аналогичным двигателем. При этом используется аппаратура фирмы SIEMENS.

Применяемая на зубодолбежных станках система ЧПУ позволяет использовать метод нарезания со спиральным движением радиальной подачи. Врезание долбяка осуществляется при одновременном взаимном обкате. За счет этого инструмент при спиральной подаче за несколько оборотов заготовки достигает полной высоты зуба. При использовании метода со сравнительно высокой круговой и низкой радиальной подачами обеспечивается незначительный и равномерный износ как ведущей, так и ведомой сторон зубьев долбяка. Благоприятные условия резания позволяют повысить стойкость инструмента или, при сохранении уровня стойкости, снизить время обработки на 20–30 %. При этом методе обработку проводят за один черновой и один-два чистовых рабочих прохода. Два чистовых рабочих прохода осуществляют для обработки тех зубчатых колес, к точности и шероховатости поверхности зубьев которых предъявляются повышенные требования. Высокая жесткость конструкции и мощность привода обеспечивают за счет работы при повышенных круговых подачах на один двойной ход долбяка, возможность долбления зубьев шестерен с увеличенной производительностью.

ЗАО «ТЗС» располагает возможностью изготавливать станки с учетом специальных требований заказчика. Например, с изменением расположения зоны обработки, угла наклона линии зуба или хода долбяка.

Предприятие уделяет большое внимание модернизации зубофрезерных станков производства Егорьевского станкозавода «Комсомолец». Модернизированные под ЧПУ станки работают по замкнутому полуавтоматическому циклу, а также в режиме наладки. Они оснащены подвижным столом и неподвижной стойкой. При этом все кинематические цепи станка сокращаются практически до конечных высокоредукционных звеньев (червячных передач). Не управляемым от ЧПУ наладочным перемещением остается только разворот суппорта на угол установки фрезы.

Что касается применения современного инструмента на модернизированных под ЧПУ станках, следует отметить, что ни у одной из фирм не наблюдается существенных отличий в технологии инструментальных материалов. Таким образом, весь инструмент обеспечивает приблизительно одинаковые режимы резания. Поэтому рассмотрим возможности применения современного инструмента на модернизированных зубофрезерных станках на примере одной из присутствующих на Российском рынке компаний FHUSA.

Фирмой FHUSA заявлены червячные фрезы классов А, АА, ААА следующих конструкций.

1. Фрезы из быстрорежущей стали (БРС) с покрытием. (Фрезы червячные по DIN 3972, BP II, материал ASP 2030, покрытие TiN).
Скорость резания по сухому — до 200 м/мин, с применением смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) — до 150 м/мин.
 - а. Фрезы цельные из БРС с покрытием (возможные модули — до 33 мм);
 - б. Фрезы со сменными рейками из БРС с покрытием (возможные модули — до 12 мм).
2. Твердосплавные червячные фрезы (возможные модули — до 12 мм).
Скорость резания по сухому — до 250 м/мин.
 - а. Фрезы с напайными твердосплавными пластинами.
 - б. Высокопроизводительные червячные фрезы

Исходя из возможности применения современного высокопроизводительного инструмента, необходимые частоты вращения инструментального шпинделя приведены в табл. 1.

После модернизации станки позволяют обеспечивать частоту вращения инструментального шпинделя до 400 об/мин, при этой частоте вращения фреза диаметром 125 мм обеспечивает ско-



рость резания 150 м/мин, т. е. дает возможность использовать современный инструмент из БРС. При необходимости повысить скорость резания до 200 м/мин следует заказать специальный инструмент с диаметром 190–200 мм.

Необходимые частоты вращения стола при различных частотах вращения фрез и числах зубьев нарезаемых колес приведены в табл. 2.

Из табл. 1 и 2 можно сделать следующие выводы.

- ♦ При наличии фрез из быстрорежущей стали с покрытием и размерами согласно ГОСТ 9324-80 (скорость резания 120–150 м/мин) можно резать зубчатые колеса $m = 4$ с числом зубьев более 20.
- ♦ При наличии фрез из быстрорежущей стали с покрытием TiN диаметром 190–200 мм (скорость резания 120–150 м/мин) можно резать зубчатые колеса любого модуля с числом зубьев более 8.
- ♦ При наличии фрез с пластинами из твердого сплава (скорость резания 250–300 м/мин) диаметром 190–225 мм можно резать зубчатые колеса любого модуля с числом зубьев более 16.

Из сказанного выше следует, что при использовании на модернизированных зубофрезерных станках современного инструмента, можно значительно повысить производительность оборудования. Особенно это заметно при изготовлении зубчатых колес с большим числом зубьев. Данный эффект достигается при значительно меньших затратах на техническое перевооружение предприятия, чем при покупке нового оборудования, эксплуатация которого неизбежно потребует перехода на современный высокопроизводительный инструмент.

Таблица 1

Частота вращения инструментального шпинделя, мин⁻¹

Диаметр фрез, мм	Скорость резания, м/мин			
	100	150	200	300
63 (m=1,5 и 2)	505	757	1010	1515
80 (m=3 и 3,5)	397	596	795	1193
100 (m=5)	318	477	636	954
125 (m=8)	254	381	509	763
150 (m=10)	212	318	424	636
190 (m=14)	167	251	335	502
200	159	238	318	477
225	141	212	282	424

Таблица 2

Частота вращения стола, мин⁻¹

Число зубьев нарезаемых колес	Частота оборотов фрезы, об/мин			
	200	300	400	500
8	25	37,5	50	62,5
12	16,67	25	33,34	41,67
16	12,5	18,75	25	31,25
20	10	15	20	25
40	5	7,5	10	12,5
60	3,3	5	6,67	8,3

- обеспечивается на модернизированных станках
- обеспечивается на новых станках ТЗС