

**Выводы**

Разработан и исследован способ контурного объемно-поверхностного охлаждения зубчатых деталей из сталей пониженной прокаливаемости, обеспечивающий при нагреве деталей сложной формы из сталей ПП с удельными мощностями не более 10 кВт/кг

и скоростями нагрева 4–8 °С/с и градиентом конечной температуры по сечению  $\leq 20$  °С обеспечивается при равномерном дозированном с точностью до  $\pm 0,1$  с охлаждении со скоростями  $\geq 1000$  °С/с, твердость поверхности по всему контуру детали в интервале 58–63 HRC.

**Литература**

1. Шепеляковский, К.З. Упрочнение деталей машин поверхностной закалкой при индукционном нагреве / К.З. Шепеляковский. — М.: Машиностроение, 1972.
2. Лемзиков, А.В. Программный комплекс «THERMOSIM 2» для моделирования процессов индукционной закалки / А.В. Лемзиков, Д.Г. Иванов // Теория и практика энергосберегающих термических процессов в машиностроении: материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск, 19–21 нояб. 2008 г.
3. Устройство для управляемой закалки деталей из сталей пониженной прокаливаемости: пат. 2374 Респ. Беларусь на полезную модель / В.А. Гуринович, А.П. Ракомсин, П.С. Гурченко, А.И. Михлюк, Н.С. Карпушкин, И.М. Гуринович, С.А. Позняк, А.Н. Климкович.
4. Способ управляемого закалочного охлаждения стальных изделий: пат. 7184 Респ. Беларусь на изобретение / А.П. Ракомсин, И.С. Гаухштейн, П.С. Гурченко, А.И. Михлюк.
5. Михлюк, А.И. Перспективы применения сталей пониженной прокаливаемости для изготовления деталей автомобилей МАЗ / А.И. Михлюк // Вести НАНБ. Сер. Физ.-техн. наук. — 2008. — № 2. — С. 65–72.

УДК 629.621.9.079

## **ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВЕДОМОЙ ШЕСТЕРНИ ЗАДНЕГО МОСТА АВТОМОБИЛЕЙ СЕМЕЙСТВА МАЗ**

*к. т. н. М.И. Сидоренко, Ю.А. Казленко, доц. В.А. Бакин*

Технический прогресс в автомобилестроении характеризуется не только улучшением конструкции машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства.

Очень важно качественно, дешево и в заданные сроки с минимальными затратами изготовить автомобиль, применяя высокопроизводительное оборудование. От того, какая принята технология производства, во многом зависит надежность работы выпускаемых машин.

С целью повышения качества, надежности и долговечности деталей, экономии материальных

ресурсов и снижения трудоемкости на ОАО «МАЗ» внедрена комплексная технология обработки детали планетарной колесной передачи автомобилей семейства МАЗ — шестерни ведомой.

Колесная передача (рис. 1) представляет собой планетарный редуктор, состоящий из прямозубых цилиндрических шестерен с внешним и внутренним зацеплением.

Ведомая шестерня 3 внутреннего зацепления посредством ступицы 4 установлена на шлицевом конце цапфы картера и удерживается от осевого перемещения гайками.

Ведомая шестерня является одной из важных составных частей планетарной колесной передачи заднего моста автомобиля и служит для передачи вращения от сателлитов 2 на ступицу 4.

Условия работы колесной планетарной передачи предусматривают постоянное статическое зацепление ведомой шестерни со ступицей 4. В процессе эксплуатации автомобиля ведомая шестерня подвергается значительным знакопеременным нагрузкам, поэтому при изготовлении шестерни ведомой необходимо обеспечить высокое качество, от которого зависит работа транспортного средства в целом.

Применяемая ранее технология изготовления ведомой шестерни была весьма затратной, т. к. зубодолбление одной детали выполнялось за 100 мин и для выполнения заданной программы приходилось использовать 24 зубодолбежных станка модели КС3-62, кроме того предварительная механическая обработка осуществлялась на 4 токарных станках модели 1283 и одного торце-круглошлифовального станка модели ЗТ160. Планировка участка представлена на рис. 2.

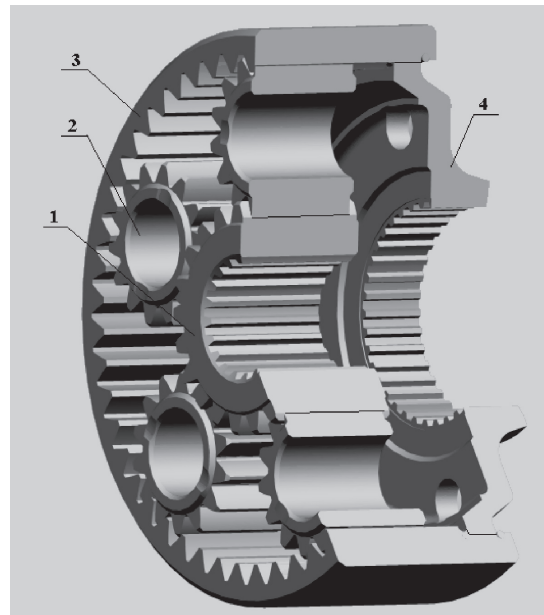


Рис. 1. Планетарная колесная передача автомобиля МАЗ:

- 1 — ведущая шестерня; 2 — сателлит;  
3 — ведомая шестерня; 4 — ступица

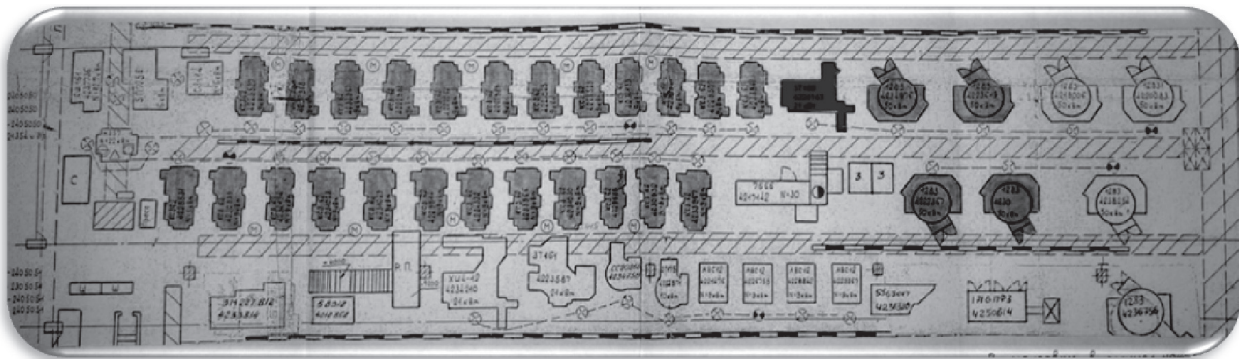


Рис. 2. Планировка участка

Однако при обеспечении заданного качества изготовления детали, старая технология обладала рядом недостатков, самым значительным из которых являлась длительность процесса зубодолбления и в связи с этим использование очень большого количества оборудования, производственных площадей и рабочего персонала.

После внедрения новой комплексной технологии вместо 4 токарных и одного торце-круглошлифовального станка используется один токарный 2-шпиндельный станок с ЧПУ модели UNIVERTOR AM2 (Германия) (рис. 3).

Токарная обработка шестерни ведомой на этом станке производится следующим образом.

Поковки посредством подающего транспортного конвейера (рис. 4) поступают на первый ка-

нал станка (рис. 5). Роль манипуляторов на данном станке выполняют шпиндели. На первом канале заготовка проходит первый этап обработки, по окончании которой с помощью измерительного щупа производится измерение размеров обработанных поверхностей и при необходимости во избежание выпуска бракованной продукции дает команду для требуемой корректировки.

Затем шпиндель-манипулятор перемещает деталь в контрователь (рис. 6) для точения изделия с обратной стороны на втором канале.

На данной позиции заготовка проходит окончательную токарную обработку. После этого заготовка контролируется и шпиндель-манипулятор второго канала укладывает ее на выходной транспортный конвейер, по которому она попада-

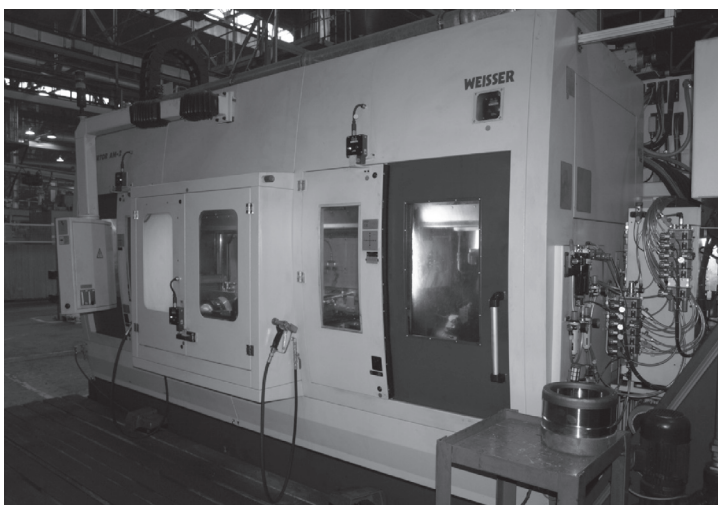


Рис. 3. Токарный 2-шпиндельный станок с ЧПУ модели UNIVERTOR AM2 (Германия)

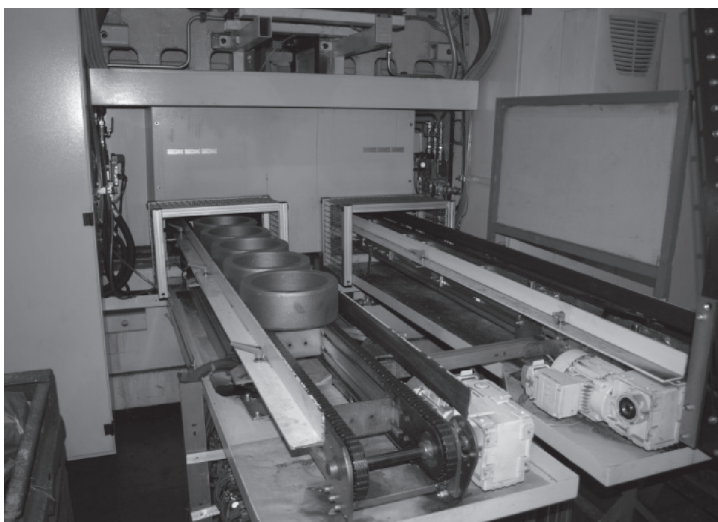


Рис. 4. Подающий транспортный конвейер станка

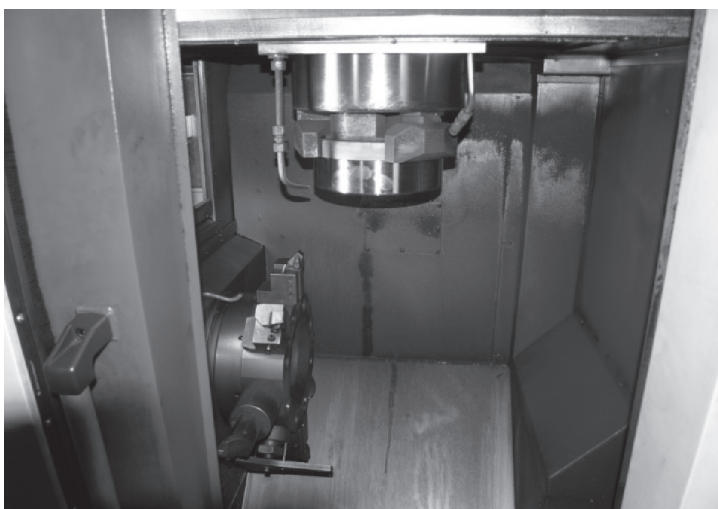


Рис. 5. Первый канал обработки

ет на следующую зубообрабатывающую операцию.

Следует отметить, что точение осуществляется прогрессивными режущими инструментами производства компании «Sandvik Coromant» (Королевство Швеция). Использование указанного инструмента позволяет производить обработку на высоких режимах резания. В качестве смазочно-охлаждающей жидкости используется 5 %-ная эмульсия на основе концентрата Виттол-297 (производитель — ООО «Сервит» г. Минск). Система автоматического контроля размеров обработанных поверхностей практически полностью исключает выпуск бракованных деталей.

Обработка внутреннего зубчатого венца производится двумя методами: зубопротягиванием и высокоскоростным зубодолблением.

Для зубопротягивания шестерни по конвейеру поступают в распределительный шкаф вертикально-протяжного станка модели RISH-M (производства фирмы «Клинк», Германия) (рис. 7), затем на подвижный стол для подъема и зубопротягивания.

Для фиксации обрабатываемого изделия используется гидравлическое зажимное приспособление, которое расположено на указанном выше столе.

Стол с зажатым в приспособлении изделием перемещается к оси протягивания. Протяжка (рис. 8) передним направлением входит в деталь и фиксируется.

Стол с протягиваемой деталью с помощью рабочих салазок поднимается вверх вдоль протяжки и осуществляется процесс протягивания внутренних зубьев. По окончании протягивания подъемный стол продолжает подниматься до тех пор, пока изделие не выйдет из зоны протягивания. Затем деталь сдвигается с оси протягивания в положение «обратного хода». Стол опускается вниз, в это время специальное приспособление, установленное на нем, производит очистку протяжки от стружки.

Шестерня сдвигается с приспособления и на ее место поступает новая заготовка.

Обработанная деталь в закрытой камере проходит очистку воздухом от масла

HOUGHTON Cutmax D 960-4E, используемого в качестве охлаждения в процессе протягивания, и по транспортному конвейеру (рис. 9) отправляется в точку контроля.

Цикл обработки на данном станке составляет 2,4 мин. Общая стойкость протяжки (с учетом переточек) — около 27000 деталей.

Следует отметить, что данный станок позволяет обрабатывать зубчатые колеса с косыми зубьями внутреннего зацепления.

Часть заготовок проходит обработку зубчатого венца на зубодолбежных станках фирмы «LIEBHERR».

Высокопроизводительные зубодолбежные станки фирмы «LIEBHERR» модель LFS 300 (рис. 10), применяемые для получения внутреннего зуба в шестерни ведомой, позволяют осуществлять обработку с очень высокими скоростями резания, обеспечивая при этом необходимое качество и высокую производительность.

Управление станком осуществляется компьютерными программами с помощью системы управления «Siemens 840D».

Перед началом работы после включения станка при необходимости производится смена инструмента (долбьяка), который монтируется на держателе долбьяка, который в свою очередь зажимается в долбежном шпинделе (зажим осуществляется при помощи ножной педали). Далее производится установка и зажим заготовки на поворотном рабочем столе станка (рис. 11).

Затем осуществляется выбор программы, ввод необходимых данных о детали и инструменте. После полученной информации, необходимой коррекции, система ЧПУ дает команду на выполнение рабочего цикла. Обработка за счет согласованного движения обката инструмента и заготовки осуществляется за три прохода на высокой скорости резания (до 60 м/мин).

Процесс зубодолбления происходит с обильным охлаждением, в качестве которого используется масло (Emol-O-HON 925/2, Германия), в результате чего снижается температура в зоне резания, что

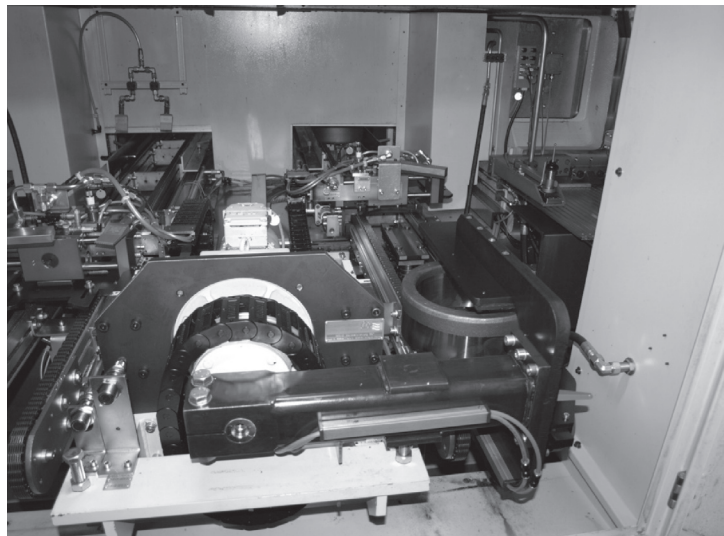


Рис. 6. Контователь детали

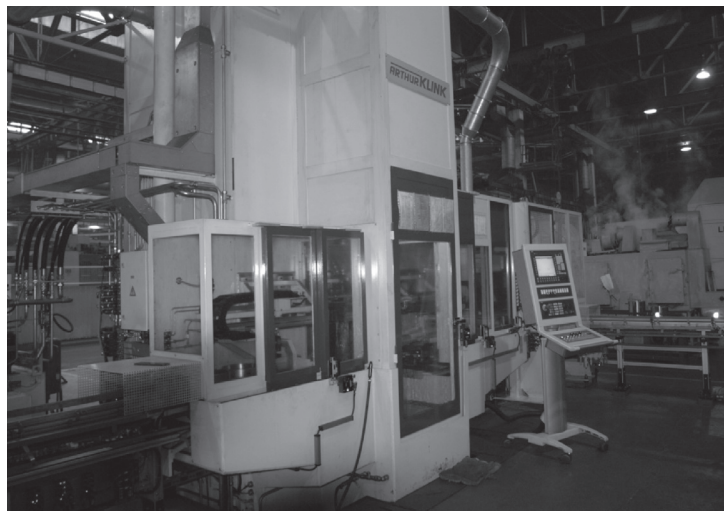


Рис. 7. Вертикально-протяжной станок модели RISH-M (Германия)

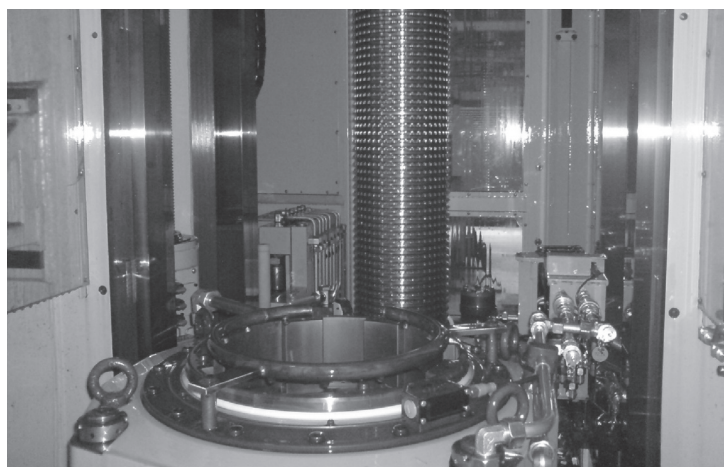


Рис. 8. Протяжка, используемая при обработке шестерни ведомой

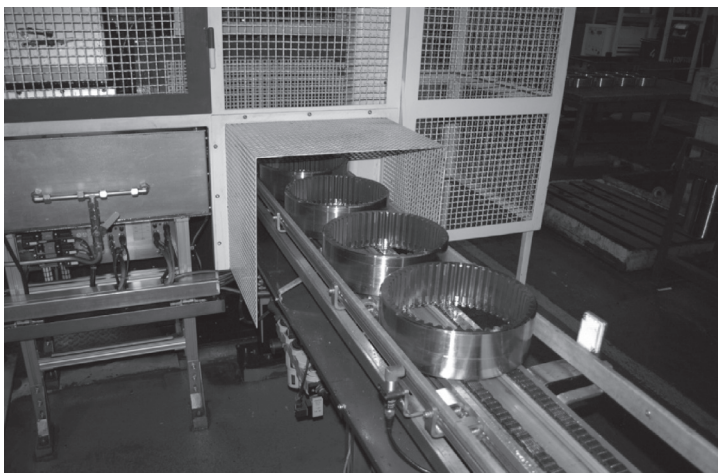


Рис. 9. Транспортный конвейер протяжного станка



Рис. 10. Зубодолбежный станок фирмы «LIEBHERR» модель LFS 300

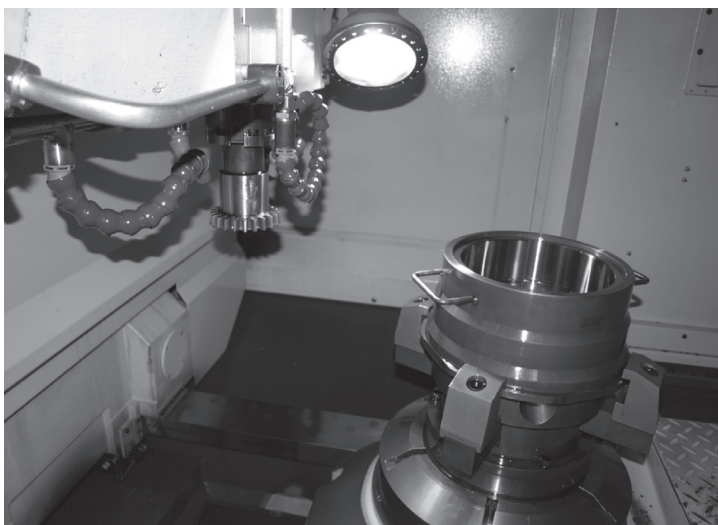


Рис. 11. Рабочая зона зубодолбежного станка

увеличивает стойкость режущего инструмента и его долговечность, улучшается качество обработки, а также осуществляется смыв стружки с последующим ее удалением при помощи конвейера в специальную тару. При этом стойкость долбяков до первой переточки составляет около 25 деталей. Весь процесс зубодобления детали осуществляется за 24 мин.

После обработки происходит контроль детали, снятие ее со станка и установка новой заготовки. Затем цикл повторяется. При необходимости осуществляется корректирование размеров детали по мере износа режущего инструмента.

По разработанной технологии предусмотрена замена малопродуктивного метода зубодобления на перспективные методы: зубопротягивание и высокоскоростное долбление. При изготовлении зубчатого венца с внутренним зацеплением используется протяжка, позволяющая осуществить полную обработку зубьев детали за один рабочий ход.

Применение долбяков немецкой фирмы «LIEBHERR» на передовых зубообрабатывающих станках модели LFS 300 на высокой скорости резания с использованием новых смазочно-охлаждающих жидкостей позволили значительно повысить производительность обработки, уменьшить трудоемкость, улучшить качество обрабатываемых поверхностей, повысить точность получаемых размеров по сравнению с технологией, существовавшей ранее.

Внедрение новой комплексной технологии изготовления шестерни ведомой позволило высвободилось 523 м<sup>2</sup> производственных площадей, сократить 29 единиц оборудования, сэкономить 1609,9 тыс. кВт·ч электроэнергии и получить годовой экономический эффект около 320 млн руб. в год.