

Караганов А. С.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЗУБОШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ

Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Лучкина В. К.

*ГГТУ, Кафедра «Технология машиностроения,
металлорежущие станки и инструменты»*

К числу факторов, влияющих на всю кинематику зубошлифовальных станков, относятся:

1) компоновка станка; 2) форма шлифовальных кругов и соотношение скоростей движений продольной и обкатной подач; 3) структура цепи обката; 4) средства осуществления способов соединения групп обката и деления; 5) структура группы деления; 6) способы вывода круга из зоны обката.

Компоновка станка зависит от расположения оси вращения заготовки (вертикальная или горизонтальная) и от распределения элементарных движений подач между заготовкой и кругом.

В станках средних типоразмеров применяются горизонтальная и вертикальная компоновки. Трудно отдать предпочтение какой-либо из них. В тяжелых станках (для шлифования колес диаметром более одного метра) чаще встречается вертикальная компоновка.

Возможны три варианта форм поперечных сечений кругов, схемы их установки на станке, применяемые соотношения скоростей продольной и обкатной подач и получаемые формы следов шлифования на боковой поверхности зуба.

В первом случае при быстрой продольной и медленной обкатной подаче дискового обкатного конусного круга, когда боковая поверхность зуба образуется методом касания и обката, следы на боковой поверхности получаются продольными с небольшим наклоном. Станок в этом случае обладает большой производительностью, так как путь шлифования, проходимый кругом по профилю зуба с медленной обкатной подачей, имеет меньшую длину, но поддержание точной формы круга, а следовательно, получение точного профиля зуба здесь сложнее, чем в других случаях. Возможно одновременное шлифование сразу двух профилей при беззазорном зацеплении круга и заготовки, когда толщина круга равна ширине впадины.

Во втором и третьем случаях шлифование ведется двумя тарельчатыми кругами с подачей обката по скорости значительно большей, чем скорость продольной подачи. Поэтому такие станки обладают меньшей производительностью по сравнению с предыдущими станками. Эти случаи

отличаются между собой прежде всего различием методов геометрического образования.

Во втором случае профиль зуба образуется, как и в первом случае, методом обката прямолинейной режущей кромкой круга при качении делительной окружности по начальной прямой. Таким образом, для получения боковой поверхности зуба заготовки используют методы обката и касания; так как оси вращения кругов устанавливают наклонно к оси заготовки, то поверхность шлифуемого зуба имеет своеобразную перекрестную форму следов шлифования. Путь движения продольной подачи здесь такой же, как в первом случае.

В третьем случае профиль зуба образуется методом следа одной профилирующей точки на режущей кромке круга. Эта точка, лежащая на прямой линии, очерчивает эвольвенту при перекатывании (без скольжения) прямой по основной окружности заготовки. Следовательно, боковая поверхность зуба заготовки образуется методами следа и касания. Следы шлифования на поверхности зуба составлены из малых участков дуг. Путь продольной подачи здесь меньше, чем во втором случае, и поэтому производительность шлифования больше. В третьем случае круг изнашивается быстрее, но зато легче контролировать и восстанавливать правильное положение профилирующей точки, особенно при шлифовании фланкированного зуба.

Цепь профилирования в зубошлифовальных станках создает траекторию движения обката, сохраняя заданную относительность параметров элементарных движений: перемещение каретки стола и вращение заготовки. Поэтому во всех профилирующих цепях имеется механизм трансформирования вращательного движения в поступательное (или обратно). Цепи профилирования разных зубошлифовальных станков отличаются друг от друга в основном конструкцией этого механизма, а также числом звеньев и кинематических пар. От точности работы цепи профилирования зависит точность получения профиля шлифуемого зуба. Так как измерение профиля зуба на отшлифованном колесе является весьма длительной операцией, то конструкторы стремятся сделать цепь профилирования точной и надежной.

Для трансформирования движений в цепях профилирования чаще всего применяют два механизма: барабан с лентами и ходовой винт с гайкой. Реже используют кулак с толкателем и реечную передачу.

В некоторых случаях вся цепь профилирования состоит только из одного механизма трансформирования движения. Такая короткая цепь работает точно, но настройка ее затрудняется необходимостью иметь барабан, реечный механизм и кулак сменными, что очень дорого.

В зубошлифовальных станках, как и в ряде других станков, имеется общее подвижное исполнительное звено - шпиндель заготовки, которое

одновременно принадлежит группам движения обката и деления. Процессы формообразования и деления, обеспечиваемые этими движениями, неодновременны и поэтому для соединения групп применяют все три возможных способа соединения: параллельный, последовательный и смешанный.

Из рассмотрения кинематических схем существующих зубошлифовальных станков с параллельным способом соединения групп обката и деления видно, что соединение групп осуществляется с помощью суммирующего механизма (дифференциала), так как во время процесса деления заготовка совершает одновременно два исполнительных движения — обката и деления, но размещение его в группе обката не одинаково. В одном случае дифференциал размещен в цепи профилирования. Во втором случае в дифференциал превращена передача винт — гайка; во время деления гайке сообщают вращение, синхронное с вращением ходового винта, что вызывает дополнительное перемещение гайки в противоположном движению направлению с такой же скоростью. Каретка стола останавливается и происходит процесс деления. Здесь дифференциал размещен на исполнительном звене, вне цепи профилирования.

Возможны варианты структур зубошлифовальных станков с последовательным способом соединения групп обката и деления: с нарушением работы механизма обката, с разрывом цепи профилирования при помощи дифференциала и с разрывом связи между выходным звеном цепи профилирования и заготовкой

Структуры групп движения деления отличаются тем, что они бывают с отдельным или с общим двигателем, и тем, имеется ли у них гитара настройки на время деления.

Установить какие-либо закономерности, связанные с необходимостью применения в группе деления отдельного двигателя, весьма трудно и, по-видимому, конструкторы больше руководствуются в этом вопросе экономическими соображениями, поскольку стоимость двигателей еще довольно значительная.

Настройка на время деления, т. е. настройка на скорость движения деления, пока встречается лишь в крупных станках, в которых недостаточно иметь одну скорость движения деления для колес с малым и большим числом шлифуемых зубьев. В малых моделях станков фактор скорости движения деления не оказывает заметного влияния на точность шлифования. И все же, в последнее время, в некоторых малых моделях станков стали устанавливать органы настройки на скорость движения деления, но упрощенной конструкции, лишь на две фиксированные скорости.

Способы вывода круга из зоны обката перед делением в зубошлифовальных станках также имеют немаловажное значение. Время вывода и

вывода круга из зоны и в зону обката, как и время деления, холостое время и поэтому оно должно быть как можно меньшим. Значительное увеличение скорости разобщения круга и заготовки привело бы к большим динамическим нагрузкам и возможно снизило бы точность работы станка. Поэтому стремятся сократить путь этого движения. Практически на станках были осуществлены четыре разных способа. Вывод круга из зоны обката движением продольной подачи с периодическим прекращением этого движения и остановкой ползуна с кругом вне впадины шлифуемого зуба применяется редко, так как из-за большой инерционности ползуна механизм остановки ползуна не обладает необходимой работоспособностью. Чаще всего вывод круга осуществляют движением обката, но производимым с большей скоростью, чем при шлифовании. В этом случае большие скорости вывода оказывают отрицательное влияние на точность работы механизмов профилирования и поэтому время вывода круга остается все еще значительным.

Возможен отвод круга отдельным вспомогательным движением в радиальном направлении, но это требует отвода всей стойки, имеющей довольно большую массу.

Более рациональным является применение отдельного движения для вывода круга вдоль зуба без остановки возвратно-поступательного движения ползуна. Этот способ вывода круга позволяет достичь наименьшего времени, не оказывая вредного влияния на работоспособность других механизмов. Правда, следует отметить, что он требует создания отдельного, довольно сложного по конструкции механизма и, следовательно, дополнительных затрат.

Из приведенного сравнительного анализа видно, что все эти отклонения оказывают некоторое влияние на общую структуру станка, не затрагивая типовой структуры формообразующей части станка.