

АНАЛИЗ СХЕМ ОБКАТЫВАНИЯ ГАЛТЕЛЬНЫХ ПЕРЕХОДОВ НА СТАНКЕ С ЧПУ

Учайкин Сергей Евгеньевич, магистрант II курса
Научный руководитель: Блюменштейн Валерий Юрьевич, д.т.н.

Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

uchaikinserega@mail.ru

Повышение качества, долговечности и надежности машин достигается различными, в том числе, технологическими средствами.

Разработка и внедрение в производство методов поверхностного пластического деформирования (ППД) позволяет успешно производить высокопроизводительную чистовую обработку, получая высокую усталостную прочность деталей машин.

Простота, высокая производительность и эффективность ППД поверхностного слоя создали необходимые предпосылки для широкого применения этих видов обработки, прежде всего самого простого и доступного из них — обкатывания роликами, в различных отраслях машиностроения.

При чистовой обработке обкатыванием роликами получают поверхности высокого качества. Несмотря на то, что деформирование роликом исходной шероховатости на большинстве конструкционных сталей при достаточном контактном давлении достигается сравнительно просто, область оптимальных сочетаний параметров режима обкатывания ограничена определенными пределами из-за появления волнистости обкатанной поверхности. В связи с этим определение оптимального режима в каждом конкретном случае представляет известные трудности [1].

Наиболее обкатываемыми деталями являются валы. Не все валы имеют гладкие цилиндрические поверхности; как правило, они имеют несколько ступеней с различными ступенями и галтельными переходами.

Исходя из того, что основным граничным условием, определяющим параметры состояния поверхностного слоя, является профиль очага деформации, а связь его параметров с режимом обработки при обкатывании галтели такая же, как при обкатывании цилиндрических поверхностей, то полученные для цилиндра зависимости параметров поверхностного слоя от технологических факторов будут справедливы и для галтельных переходов.

Известно, что при обкатывании цилиндрических деталей на режимах, обычно используемых в практике, профиль очага деформации становится стационарным через 3-5 оборотов детали после момента приложения силы (рис. 1) [1].

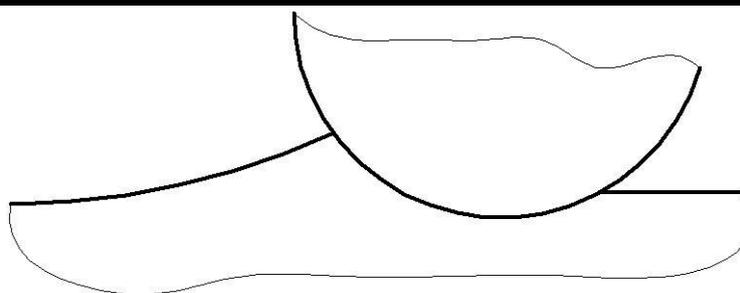


Рисунок 1 – Профиль установившегося ОД

При обкатывании галтели такой картины добиться значительно сложнее. Так, во при проведении эксперимента, используя схему с наклонным роликом и подачей по оси вала были выявлены некоторые особенности. На протяжении некоторого периода времени обработки сила обкатывания изменяется от нуля до своего максимального значения, превышает период стабилизации очага при скачкообразном изменении силы обкатывания примерно в 30 раз. Из теории автоматического управления известно, что при таком соотношении скорости изменения управляемого воздействия и скорости стабилизации системы инерционность проявится лишь в самом начале процесса обкатывания и практически сразу станет незначительной (рис. 2) [2].

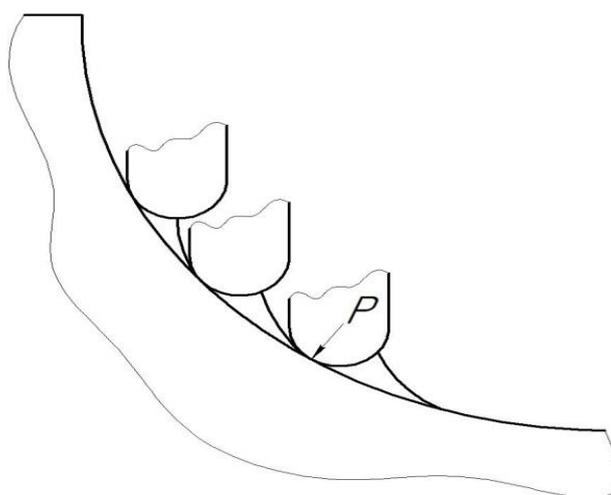


Рисунок 2 – Схема обкатывания галтели и ОД

Рассмотрим некоторые другие схемы обкатывания галтельных переходов. При обкатывании наклонными и клиновыми роликами не требуется больших усилий, так как деформация на обрабатываемом участке происходит постепенно, при весьма малой мгновенной площади контакта. Однако такие ролики сложны в изготовлении. Обкатывание с подачами по хорде и вдоль оси вала происходит при неодинаковых условиях нагружения по длине хода. Поэтому обработку следует проводить так, чтобы наибольшее упрочнение металла происходило в зоне концентрации эксплуатационных напряжений. В этом случае эффективным является применение станков с ЧПУ (рис. 3) [3].

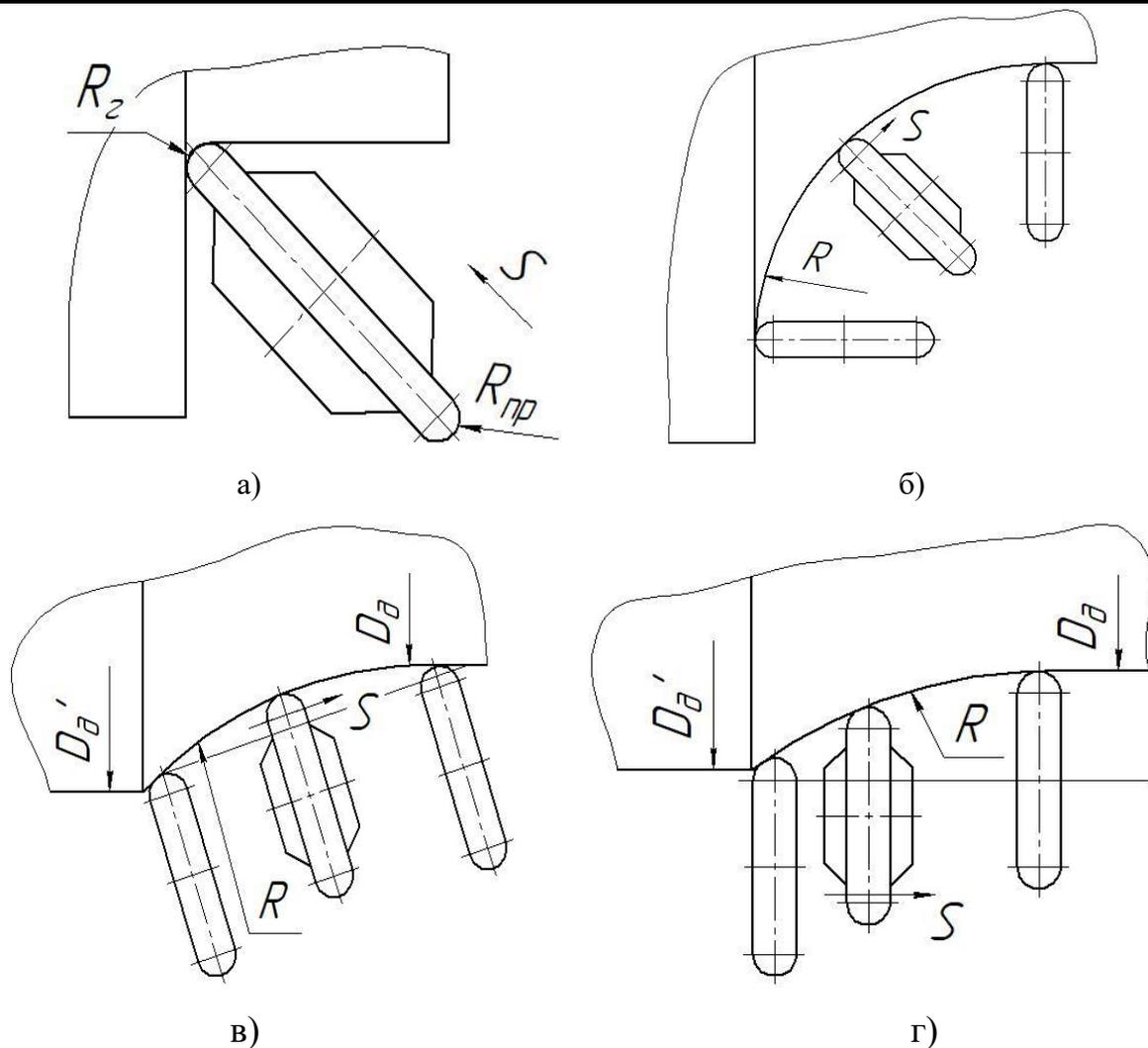


Рисунок 3 – Схемы обкатывания переходных поверхностей:

- а) роликом с радиусом, равным радиусу галтели ($R_r = R_{пр}$, до 25 мм); б) роликом с подачей по дуге образующей переходной поверхности ($R > 50$ мм); в) роликом с подачей по хорде ($R > 2.5(D_a' - D_a)$); г) роликом с подачей по оси вала ($R > 4(D_a' - D_a)$)

При обкатывании цилиндрических поверхностей ролик, расположенный перпендикулярно к поверхности образца, либо с некоторым наклоном, но с постоянным положением на протяжении всей обработки, дает стационарный очаг деформации уже через несколько оборотов детали. Отсюда следует, что самой рациональной схемой обкатывания галтелей и различных фасонных поверхностей будет являться схема, при которой инструмент, в частности ролик, будет находиться перпендикулярно касательной к профилю обработки в каждый момент времени. Это легко реализовать на станке с ЧПУ.

Удобство обработки фасонных поверхностей на таком станке, заключается в том, что станок сам просчитывает траекторию движения инструмента, которая эквидистантна профилю заготовки.

Для того чтобы выполнить такое перемещение, система ЧПУ вынуждена поддерживать такое соотношение скоростей движения по осям, чтобы

траектория перемещения соответствовала заданной траектории. На универсальных станках человеку такое выполнить невозможно. На станке с ЧПУ работу по расчету этих промежуточных опорных точек выполняет специальное устройство, входящее в состав подсистемы управления, – интерполятор.

Интерполятор непрерывно в соответствии с заданными перемещениями поддерживает функциональную связь между опорными точками и оценивает отклонения от заданной траектории, стремясь свести их к минимуму. Так как в современных станках разрешение системы ЧПУ приближается к 0,001 мм (1 мкм), то получаемое перемещение можно рассматривать как гладкое (рис. 4) [4].

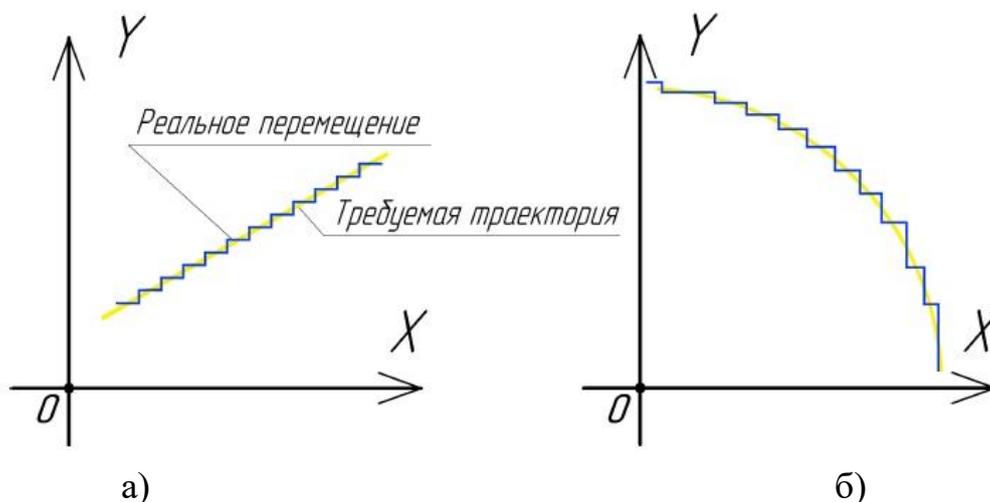


Рисунок 4 – а) линейная интерполяция; б) круговая интерполяция

Как было уже отмечено выше, для всех этих целей самым эффективным является применение станков с ЧПУ. Отсюда, самой рациональной схемой обкатывания галтелей различных фасонных поверхностей будет являться схема, при которой инструмент, в частности ролик, будет находиться перпендикулярно касательной к профилю обработки в каждый момент времени. Результаты работы позволят добиться стабильности очага деформации, что в конечном итоге приведет к повышению качества поверхностного слоя детали и увеличению ее срока службы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суслов, А.Г. Технология и инструменты отделочно-упрочняющей обработки деталей поверхностным пластическим деформированием: справочник. В 2-х томах. Т. 1 / А.Г. Суслов – М.: Машиностроение, 2014. — 480 с.
2. Боронов, А.А. Теория автоматического управления / А.А. Боронов. – М.: высшая школа, 1977. – 303 с.
3. Дальский, А.М. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах Т. 2 / А.М. Дальский [и др.] – М.: Машиностроение-1, 2001. - 944 с
4. Ловыгин, А. А. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система / М.: ДМК Пресс, 2012. – 279 с.