

М236177

НА ДОМ
НЕ ВЫДАЕТСЯ

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское
ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище им. Н. Э. Баумана

ТУНДЫБАЕВ Капсимет Садвакасович

На правах рукописи

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ
ДЕТАЛИ НА СВОЙСТВА ХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ

(05.02.08. — Технология машиностроения)

Диссертация написана на русском языке

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



1236177

Тундыбаев К.С. Исследования

Работа выполнена в Казахском политехническом институте имени В. И. Ленина.

Научные руководители:
кандидат технических наук, доцент М. К. КУРМАНГАЛИЕВ,
заслуженный деятель науки и техники РСФСР,
доктор технических наук, профессор В. С. КОРСАКОВ.

Официальные оппоненты:
доктор технических наук, профессор А. А. МИХАЙЛОВ,
кандидат технических наук, доцент В. П. КАШИРЦЕВ.

Ведущее предприятие указано в решении Ученого Совета.

Автореферат разослан « » 1974 г.

Защита диссертации состоится « » 1974 г.

Ученого Совета «Автоматизация и механика» им. Н. Э. Баумана по адресу:
Казанская ул., дом 5.

Полученные печатью, просим вы-

привести в библиотеке учи-

Ю. А. Степанов

M/236/77

Наращивание производственных мощностей, рост объема производства, повышение производительности труда и снижение себестоимости должны неизменно сочетаться с увеличением качества изделия, повышением его эксплуатационной долговечности и надежности. Наиболее эффективными и оправдавшими себя на практике средствами, значительно повышающими долговечность и надежности работы деталей машин является нанесение на их трущиеся поверхности износостойких и антифрикционных металлопокрытий. Однако, эффективность металлопокрытий проявляется обеспечением надлежащей прочности сцепления их с основой.

Большой вклад в изучение вопроса сцепляемости покрытия с основой внесли советские исследователи Г.Аласания, А.Т.Ваграмян, К.М.Горбунова, И.В.Кудрявцев, А.А.Милушкин, З.А.Соловьева, Н.П.Федотьев и другие, а также зарубежные А.Ванкатесварлу, Б.Оллард, Г.Линфорд и Хозерсолл, Финч и др.

Несмотря на определенные успехи, достигнутые в этой области, отдельные вопросы прочности сцепления недостаточно изучены.

Так, остается не изученным характер влияния на прочность сцепления покрытия с основой остаточных напряжений, возникающих в поверхностном слое основы в процессе механической обработки. Между тем параметры остаточных напряжений являются одними из основных критериев оценки качества покрываемой поверхности. Отсутствие знаний влияния остаточных напряжений поверхностного слоя основы на прочность сцепления покрытия с последней не позволяет определять эффективность различных методов механической подготовки поверхности и правильно назначать режимы обработки.

Исследования советских ученых Л.И.Бобрика, А.И.Исаева, П.Е.Дьяченко, А.А.Гликмана, Н.Н.Давиденкова, И.В.Кудрявцева, Б.А.Кравченко, А.А.Маталина, А.В.Подзея, А.И.Резникова и других дали количественную и качественную картину образования остаточных напряжений поверхностного слоя металла. Эти исследования проводились без учета технологической наследственности, имеющая место у окончательно обработанной поверхности.

Для установления объективных закономерностей формирования качества обработанной поверхности необходимо всесторонне изучать взаимосвязь всех выполняемых операций, учитывая действие факторов технологической наследственности.

Уместно отметить о некоторых разногласиях, существующих в исследованиях различных авторов. Это затрудняет возможность использования на практике имеющиеся экспериментальные данные. Влияние структурного состояния на параметры остаточных напряжений таких материалов, как низколегированные мало- и среднеуглеродистые конструкционные стали вообще не изучено.

Перечисленные вопросы легли в основу настоящей работы и определяют актуальность темы диссертации, так как задача обеспечения надлежащей прочности сцепления металлопокрытия с основой может быть решена наведением в поверхностном слое основного металла оптимальных параметров остаточных напряжений. Это достигается рациональным сочетанием отдельных операций технологического процесса с оптимальными режимами резания.

Цель работы - теоретическое и экспериментальное исследование влияния остаточных напряжений поверхностного слоя детали на прочность сцепления хромового покрытия. Экспериментальное исследование влияния режимов резания чистового точения, тонкого точения, шлифования эластичным кругом и обкатки на параметры остаточных напряжений поверхностного слоя металла. При этом влияние режимов резания выше перечисленных операций на параметры остаточных напряжений исследовались при их раздельном проведении и в их сочетании с теми же режимами резания.

Научная новизна настоящей работы заключается в установлении впервые теоретической зависимости прочности сцепления металлопокрытия с основой от остаточных напряжений поверхностного слоя основы. Теоретическое исследование проверено на сталях 10ХСНД, 40Х, 30ХГСА и 45, широко применяемых в судостроении.

Изучением формирования остаточных напряжений поверхностного слоя низколегированных мало- и среднеуглеродистых сталей в состоянии поставки установлены, что причинами возникновения остаточных напряжений являются неравномерная пластическая деформация поверхностного слоя и локализованный нагрев тонких поверхностных слоев, без фазовых превращений. Обработкой опытных данных методом математической статистики установлено уравнение регрессии, определяющее зависимость остаточных напряжений поверхностного слоя от режимов резания.

Результаты проведенных исследований приняты за основу для проектирования технологии механической обработки корпусных деталей подвергаемых хромированию на заводе им.С.М.Кирова.

По технико-экономической оценке технологии механической подготовки корпусных деталей под хромирование, внедрение разработанной технологии, дает экономический эффект от снижения себестоимости механической подготовки в расчете на одно изделие 0,2 руб.

Диссертация состоит из 5 глав, изложенных на 219 страницах текста, включая 31 таблицу; 47 рисунков и перечень использованной литературы 91 наименований.

Представленные в настоящей работе исследования выполнены на кафедре "Технология машиностроения" КазПИ им.В.И.Ленина и заводе им.С.М.Кирова.

План и методика исследований

План исследований предусматривал последовательный переход от теоретического решения поставленных задач к его экспериментальному подтверждению и разработке практических рекомендаций.

В соответствии с планом был разработан целый ряд методик исследования отдельных этапов работы.

Расчет остаточных напряжений производился по методу Н.Н.Давиденкова с использованием формул, предложенных И.А.Биргером. Запись деформационной кривой производилась на ленте электронного потенциометра ЭП-09 МП, к которому сигнал об изменении диаметра образца при травлении поступает от датчиков, находящихся вне электролита.

Для определения прочности сцепления покрытия с основой применялся количественный метод, основанный на сдвиге покрытия с поверхности образцов. Образец, с нанесенным хромом в шести секторах, закрепляется в специальной оправке, которая устанавливается в вращающихся центрах токарного станка. Сдвиг покрытия производится упором вставленным в динамометр ДК-1 с датчиками сопротивления. Сдвигающая сила создается перемещением груза по

рычагу, связанной с оправкой, и фиксируется на ленте потенциометра ЭПН-09МІ.

Для проведения операции шлифования эластичным кругом изготовлена установка, которая устанавливалась на суппорте токарного станка вместо резподержателя. Установка имеет специальную оправку для измерения тангенциальной силы резания и пружину, позволяющую изменять силу удельного давления круга на обрабатываемый образец. Тангенциальная сила резания записывалась на пленку осциллографа Н-700 или наблюдалась визуально.

Шероховатость обработанной поверхности замеряли на профилометре-профилографе блочного типа завода "Калибр" модели 20І.

Металлографические исследования проводили при помощи металлографического микроскопа МИМ-8М с последующим фотографированием, с увеличением $\times 500$.

Расчет собственных напряжений покрытий производили по методике и формулам Л.И.Дехтяря на кольцах. Для определения деформации кольца, вызванной действием собственных окружных напряжений производился замер до и после хромирования внутреннего диаметра на микроскопе УИМ-2І по взаимно перпендикулярным диаметрам.

Для выбора количества исследуемых факторов при проведении эксперимента и порядка проведения опытов был использован метод математического планирования экстремальных экспериментов. Обосновываются параметры исследуемых образцов и пределы изменения режимов резания и геометрии режущего инструмента.

Теоретическая зависимость между величиной прочности сцепления покрытия с основой и параметрами остаточных напряжений

Образование поверхностного пластически деформированного слоя в процессе резания сопровождается сложными физико-механическими явлениями, характер которых зависит от структуры и химического состава обрабатываемого материала, от условий и режимов резания и т.д.

Полная потенциальная энергия пластической деформации может быть представлена следующим выражением:

$$U = U_c + U = U_{c1} + U_{c2} + U_{c3} + U, \quad (1)$$

где U - полная потенциальная энергия;

U_{c1}, U_{c2}, U_{c3} - потенциальная энергия остаточных напряжений первого, второго и третьего родов;

U - удаляющая часть полной энергии при разгрузке тела.

Следует отметить, что технология машиностроения интересуется макронапряжениями, поэтому в дальнейшем величину потенциальной энергии будем определять, исходя из величины остаточных напряжений первого рода.

Вместе с тем, известно влияние на прочность сцепления собственных внутренних напряжений покрытия, возникающих в процессе осаждения и зависящих от условий осаждения. В процессе электролитического осаждения покрытия на основной металл возникает система покрытие-основа. Следовательно, данная система обладает определенной потенциальной энергией, которая определяется остаточными напряжениями основы, собственными напряжениями осадочного металла и их взаимодействием, выражаемая следующим уравнением:

$$U = (U_1 + U_{12}) + (U_2 + U_{21}) - U', \quad (2)$$

где U - полная потенциальная энергия системы покрытие - основа;

U_1, U_2 - потенциальные энергии основы и покрытия, определяемые соответственно остаточными напряжениями поверхностного слоя основы и собственными внутренними напряжениями покрытия;

U_{12}, U_{21} - потенциальные энергии соответственно основного металла и покрытия, определяемые реактивными напряжениями;

U' - энергия, определяющая прочность сцепления покрытия с основой.

$$U' = 2 \gamma_{ca} S \quad (3)$$

Потенциальная энергия определяется формулой

$$U_i = \frac{1}{2E_i} \iint \sigma_i^2 dx dy, \quad (4)$$

где U_i - потенциальная энергия, определяемого элемента;

σ_i - напряжение, соответствующее уровню определяемой энергии;

E_i - модуль нормальной упругости соответствующего элемента;

dx, dy - элементарные размеры площади.

В выражение (4) подставив пределы, перепишем так:

$$U_i = \frac{1}{2E_i} \sigma_i^2 \int \int_{2\pi R L} dx dy \quad (5)$$

Интегрировав и преобразовав находим

$$U_i = \frac{1}{2E_i} \sigma_i^2 \cdot 2\pi R L = \frac{\pi R L}{E_i} \sigma_i^2, \quad (6)$$

где R - радиус поверхности, подвергаемой хромированию, мм;
 L - длина поверхности, мм;

Подставив выражение (3) и (6) в уравнение (2) получим:

$$U = \frac{\pi R L}{E_1} \sigma_1^2 + \frac{\pi R L}{E_2} \sigma_2^2 + \frac{\pi R L}{E_1} \sigma_{12}^2 + \frac{\pi R L}{E_2} \sigma_{21}^2 - 2 \zeta_{сч} L (7)$$

Произведя математическое преобразование получим

$$U = \frac{(\sigma_1^2 + \sigma_{12}^2)}{E_1} + \frac{(\sigma_2^2 + \sigma_{21}^2)}{E_2} - 4 \zeta_{сч} \quad (8)$$

При качественном покрытии самоотслаивание не происходит, т.е. энергетический уровень системы покрытие-основа равен нулю.

$$U = \frac{(\sigma_1^2 + \sigma_{12}^2)}{E_1} + \frac{(\sigma_2^2 + \sigma_{21}^2)}{E_2} - 4 \zeta_{сч} = 0 \quad (9)$$

откуда

$$\zeta_{сч} = \frac{1}{4} \left[\frac{(\sigma_1^2 + \sigma_{12}^2)}{E_1} + \frac{(\sigma_2^2 + \sigma_{21}^2)}{E_2} \right] \quad (10)$$

Для выражения прочности сцепления в кг/мм^2 в выражение (10) введем переводный коэффициент и получим окончательную формулу для расчета прочности сцепления покрытия с основой:

$$\zeta_{сч} = \frac{1000}{4} \left[\frac{(\sigma_1^2 + \sigma_{12}^2)}{E_1} + \frac{(\sigma_2^2 + \sigma_{21}^2)}{E_2} \right], \quad (11)$$

где σ_1 - остаточное напряжение основного металла, кг/мм^2 ;
 σ_2 - собственное внутреннее напряжение покрытия, кг/мм^2 ;
 σ_{12}, σ_{21} - реактивные напряжения основного и осаждаемого металлов, вызванных соответственно напряжениями покрытия и основного металла, кг/мм^2 ;

$\zeta_{сч}$ - прочность сцепления покрытия с основой, кг/мм^2 ;

E_1, E_2 - модуль нормальной упругости основного и осаждаемого металлов, кг/мм^2 .

Как видно из формулы (11) прочность сцепления покрытия с основой обуславливается:

I. Физико-механическими свойствами основного металла и металла покрытия.

2. Параметрами остаточных напряжений основного и собственными напряжениями осаждаемого металла.

Исследование влияния материала заготовки
методов и режимов резания и геометрии
инструмента на параметры остаточных на-
пряжений поверхностного слоя

В данной главе приводятся результаты экспериментального исследования влияния материала заготовки, геометрии инструмента, режимов резания при чистовом точении, тонком точении; скорости детали, удельного давления круга на образец и числа двойных проходов при шлифовании эластичным кругом и давления, подачи и скорости детали при обкатке на параметры остаточных напряжений поверхностного слоя металла.

Экспериментальные исследования показали, что при точении исследуемых сталей в состоянии поставки с выбранными режимами резания на поверхности формируются растягивающие напряжения, переходящие постепенно по глубине в сжимающие. Максимальные величины растягивающих напряжений превосходят предел текучести материалов и находятся на глубине 5 ± 10 мкм. Сжимающие напряжения достигают величины $2,30 \pm 16,90$ кГ/мм² и располагаются от поверхности на глубине 70 ± 110 мкм. Наличие зон в поверхностном слое металла с остаточными напряжениями отличающихся по величине и знаку объясняется следующим образом.

В процессе резания поверхностный слой металла последовательно подвергается действию сжимающих и растягивающих напряжений. Под действием сжимающих напряжений поверхностный слой сжимается в направлении к обработанной поверхности. Указанное сжатие, естественно, приводит к уплотнению слоя вдоль обработанной поверхности. Иными словами, обработанная поверхность стремится к увеличению своей площади. Однако такому расширению препятствует нижележащий слой. Поэтому в поверхностном слое формируются напряжения сжатия. В то же время зона силового поля с растягивающими напряжениями на формирование остаточных напряжений оказывает противоположное влияние, т.е. пластическая деформация приводит как бы к сокращению обработанной поверхности. Сопротивление недеформированных нижележащих слоев является причиной возникновения растягивающих остаточных напряжений.

Следовательно на формирование остаточных напряжений оказывают влияние обе зоны силового напряженного поля. Соотношение

параметров зоны силового напряженного поля определяет величину и знак остаточных напряжений поверхностного слоя. Однако, сказанное нельзя рассматривать в отрыве от свойства обрабатываемого материала, так как на соотношение зон силового поля больше влияние оказывает пластичность обрабатываемого материала.

При обработке пластичных материалов опережающая трещина не возникает, как у малопластичных материалов и предварительное нарушение связи между стружкой и основным металлом не происходит. Поверхностные частицы, получившие перед режущей кромкой удлинение вдоль обработанной поверхности, у самой режущей кромки инструмента увлекается срезанным слоем в направлении схода стружки, т.е. поверхностный слой получает дополнительное воздействие напряженного поля стружки. Объем обработанной поверхности детали сокращается сильнее, чему препятствуют нижележащие слои. В результате на поверхности возникают остаточные напряжения растяжения, а в более глубоких слоях - сжатия.

Влияние температуры резания на формирование остаточных напряжений объясняется тем, что тонкий поверхностный слой под действием температуры резания, характеризуемая условием и режимом резания, окажется на мгновения в полном пластическом состоянии. При охлаждении переход от пластического состояния в твердое будет происходить по глубине с разной интенсивностью, в силу начальных условий резания. В результате, как правило, поверхностные слои, охлаждаемые быстрее чем нижележащие слои, остаются растянутыми. Нижележащий слой, препятствуя уменьшению размера поверхностного слоя, окажется сжатым.

Для объяснения механизма формирования остаточных напряжений поверхностного слоя были исследованы влияния технологических факторов на силу резания, температуру резания и на микроструктуру поверхностного слоя. Проведенные эксперименты позволили установить, что наиболее эффективное влияние на качественные и количественные характеристики распределения остаточных напряжений оказывают физико-механические свойства материала, режимы резания и геометрия инструмента.

Экспериментальные исследования при шлифовании эластичным кругом и обкатке показали, что в поверхностном слое у всех исследуемых сталей формируются остаточные напряжения сжатия, которые

на глубине 30 ± 50 мкм переходят в напряжении растяжения. Величины остаточных напряжений сжатия изменяются у стали IOXCHD - $3,80 \pm 19,20$ кг/мм²; 40X - $8,50 \pm 16,50$ кг/мм²; 30XГСА - $6,40 \pm 22,80$ кг/мм² и 45 - $7,00 \pm 18,00$ кг/мм² при шлифовании и соответственно $12,20 \pm 48,00$; $21,10 \pm 58,20$; $31,45 \pm 59,40$ и $16,30 \pm 51,20$ кг/мм² при обкатке.

Обработкой опытных данных методом математической статистики установлена зависимость, связывающая параметры остаточных напряжений с одной стороны и технологических факторов действующих при точении и шлифовании эластичным кругом с другой стороны.

Общий вид уравнения:

$$\sigma = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3 \quad (12)$$

где σ - величина остаточных напряжений;

x_1, x_2, x_3 - кодированные значения технологических факторов;

$b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{123}$ - коэффициенты регрессии, определяемые по результатам опытов.

Формирование в поверхностном слое остаточных напряжений сжатия при шлифовании эластичным кругом и обкатке объясняется преобладанием пластической деформацией. С увеличением величин исследуемых факторов увеличиваются величины остаточных напряжений сжатия, что объясняется действием силового поля и процессом выхаживания.

Влияние технологической наследственности на качество обработанной поверхности

В этой главе исследуется характер пооперационных изменений качества поверхности. В первом разделе данной главы исследуется влияние величины исходной шероховатости детали после тонкого точения на шероховатость, образуемая последующим шлифованием. Режимы тонкого точения, шлифования эластичным кругом и результаты экспериментов приведены на рис. I. Из рис. I видно, что исходная шероховатость оказывает влияние на шероховатость окончательно обработанной поверхности лишь при малом удельном давлении, число двойных проходов и скорости вращения детали.

Во всех случаях при большой шероховатости предварительной обработки получается значительная шероховатость и при последующей обработке при малых значениях исследуемых факторов. С увеличением

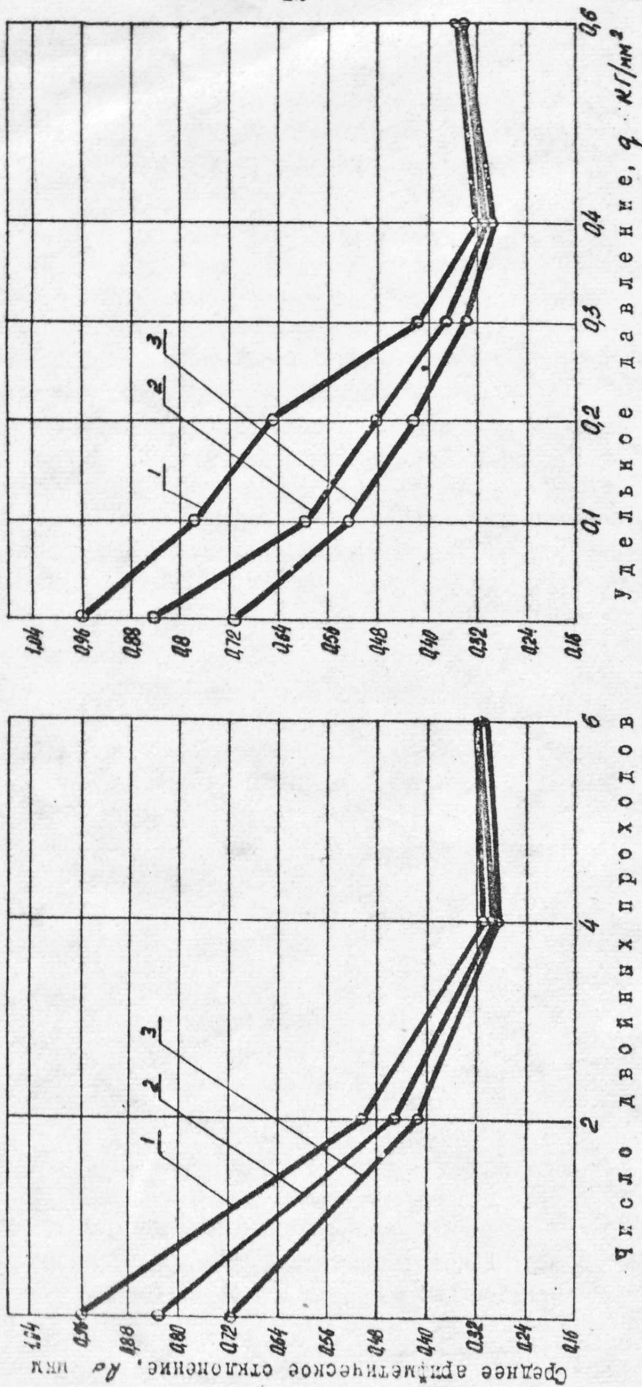


Рис. 1. Зависимость шероховатости поверхности от числа двойных проходов и удельного давления при шлифовании эластичным кругом.

1, 2, 3 - исходная шероховатость после тонкого точения режущими режимами соответственно

1. $v = 320$ м/мин, $S = 0,12$ мм/об, $t = 0,3$; 2. $v = 200$ м/мин, $S = 0,084$ мм/об, $t = 0,1$ мм

3. $v = 320$ м/мин, $S = 0,097$ мм/об, $t = 0,1$ мм

величины исследуемых факторов влияние исходной шероховатости на шероховатость поверхности финишной обработки падает. Шероховатость поверхности в данном случае определяется режимами резания финишной операции.

Во втором разделе приведены результаты экспериментов по определению остаточных напряжений, возникающих в поверхностном слое образцов после выполнения всех операций технологического процесса механической обработки. Режимы и условия обработки оставались теми же, что и при пооперационном исследовании. В первой серии эксперимента исследовалось сочетание чистового точения, тонкого точения и шлифования кругом. В зависимости от сочетания вариантов операций с различными режимами резания в поверхностном слое формируются остаточные напряжения сжатия: у стали 10ХСНД - $7,40 \pm 20,20 \text{ кг/мм}^2$; 40Х - $13,20 \pm 35,00 \text{ кг/мм}^2$; 30ХГСА - $4,70 \pm 30,00 \text{ кг/мм}^2$ и у стали 45 - $9,00 \pm 33,00 \text{ кг/мм}^2$. При проведении операции только шлифования теми же режимами получено: у стали 10ХСНД - $10,80 \pm 13,90 \text{ кг/мм}^2$; 40Х - $11,70 \pm 13,40 \text{ кг/мм}^2$; 30ХГСА - $12,80 \pm 14,60 \text{ кг/мм}^2$ и у стали 45 - $11,50 \pm 14,20 \text{ кг/мм}^2$.

Во второй серии рассматривалось сочетание чистового точения, тонкого точения и обкатки шариком. При этом в поверхностном слое формируются остаточные напряжения сжатия: у стали 10ХСНД - $12,50 \pm 16,40 \text{ кг/мм}^2$; 40Х - $18,00 \pm 24,20 \text{ кг/мм}^2$; 30ХГСА - $20,10 \pm 26,50 \text{ кг/мм}^2$ и у стали 45 - $16,50 \pm 20,30 \text{ кг/мм}^2$. Величины этих напряжений значительно меньше величин остаточных напряжений поверхностного слоя детали, формируемых только операцией обкатки.

Результатирующее напряженное состояние (вид эпюры напряжений) поверхностного слоя окончательно обработанной детали зависит от характера взаимодействия напряжений предшествующих операций с напряжениями, образующимися на выполняемой операции. В данном случае пооперационное взаимодействие эпюр напряжений и является проявлением технологической наследственности, причем от операции к операции могут частично переходить как геометрические параметры, так и физико-механические.

Влияние остаточных окружных напряжений
поверхностного слоя основного металла на
прочность сцепления хромовых покрытий

В данной главе приводятся данные экспериментального опре-

деления прочности сцепления хромового покрытия со сталями 10ХСНД, 40Х, 30ХГСА и 45 в зависимости от величины и знака остаточных напряжений поверхностного слоя. Шероховатость хромируемых образцов соответствовала 9 кл. чистоты по ГОСТ 2789-51. Подготовка образцов после механической обработки и электролитическое хромирование производились при единой технологии на заводе им. С.М. Кирова.

На рис. 2 дана зависимость прочности сцепления хрома с основой, построенная по экспериментальным данным и по расчету с использованием формулы (II). Отклонение экспериментальных и расчетных данных находится в пределах от 4 + 12%.

Остаточные напряжения поверхностного слоя основного металла оказывают существенное влияние на прочность сцепления хрома с основой. У всех исследуемых сталей с увеличением величины остаточных напряжений сжатия в поверхностном слое, при постоянстве величины и знака собственных внутренних напряжений покрытия, прочность сцепления хрома с основой увеличивается. Рассмотрение микрошлифов зоны контакта покрытия с основой показывает, что прочность сцепления зависит от состояния поверхностного слоя основного металла, формируемого режимом резания, геометрией режущего инструмента, методами обработки и их рациональными сочетаниями.

Наличие микротрещин на границе стыка покрытие-металл обуславливается не только релаксацией и взаимодействием напряжений основного металла и покрытия, но и технологическими факторами всего процесса механической обработки.

В зависимости от метода, режимов обработки и сочетания всех выполняемых операций эти трещины могут быть полностью или частично удалены у окончательно обработанной поверхности. Наличие же микротрещины, зазубрины и вырывы в зоне контакта покрытие-металл, являясь концентраторами напряжения, ослабляют связи покрытия с основой, тем самым, уменьшают прочность сцепления.

Наличие остаточных напряжений сжатия в поверхностном слое у окончательно обработанной поверхности способствует "закрытию" микротрещин, которые являются результатом формирования остаточных напряжений растяжения от предшествующих операций.

Используя формулу (II) можно определить величину и знак остаточных напряжений поверхностного слоя металла, обеспечивающих оптимальную прочность сцепления покрытия с основой.

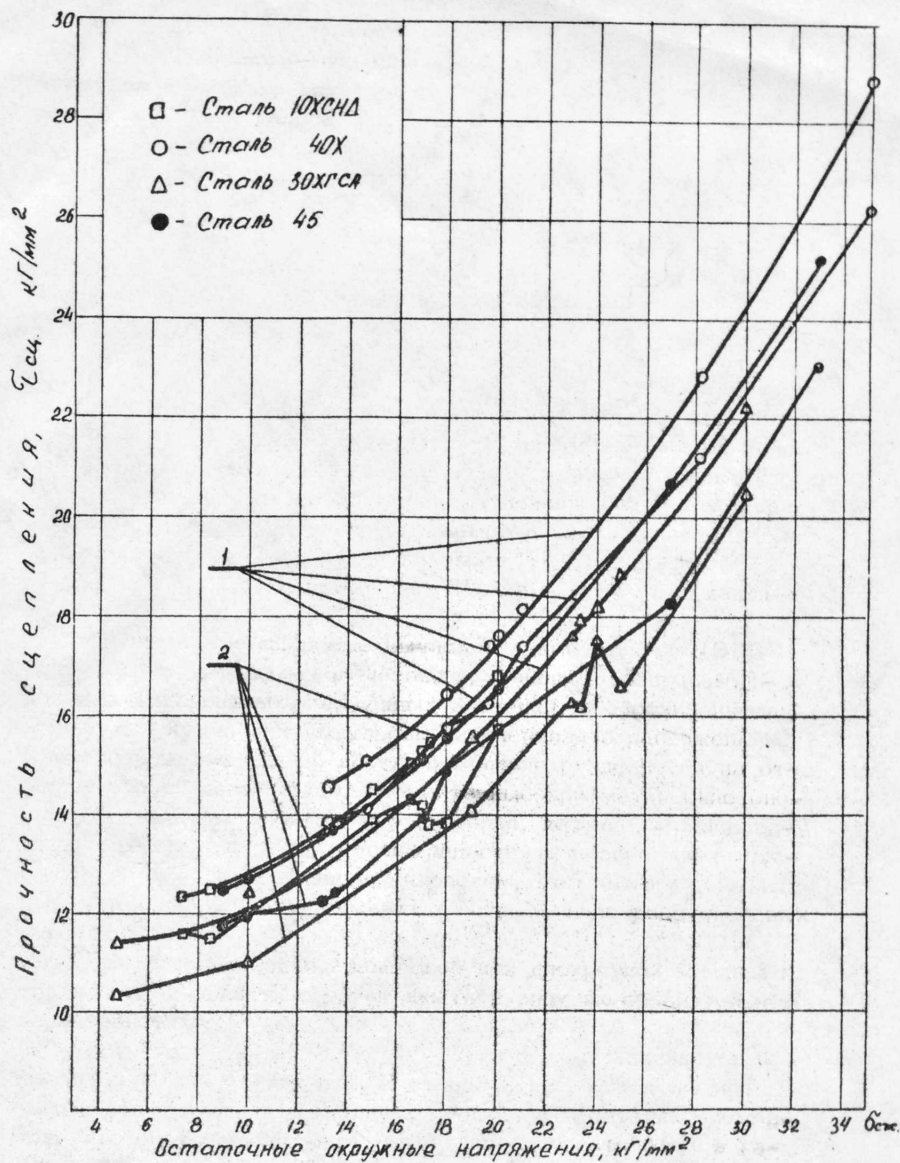


Рис. 2 Зависимость прочности сцепления электролитического хрома с основой от остаточных напряжений поверхностного слоя детали

1. Расчетные данные 2. Экспериментальные данные

Величина и знак остаточных напряжений у окончательно обработанной поверхности зависит от режимов обработки не только финишной операции, но и от режимов обработки предшествующих операций и их рационального сочетания. Рациональным сочетанием отдельных операций с оптимальными режимами резания можно обеспечить высокую прочность сцепления хрома с основой.

В главе приведен расчет экономической эффективности практического применения результатов исследования.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Прочность сцепления покрытий с основным металлом зависит:

- а) от величины и знака остаточных напряжений поверхностного слоя основного металла;
- б) величины и знака собственных напряжений покрытия;
- в) физико-механических свойств металла основы и покрытия.

2. Параметры остаточных напряжений окончательно обработанной поверхности металла зависят от всего комплекса технологических операций механической обработки, проявление технологической наследственности зависит от снимаемого припуска. Если величина снимаемого припуска больше глубины распространения остаточных напряжений предшествующей обработки, то параметры остаточных напряжений поверхностного слоя обуславливаются технологическими факторами данной операции.

3. Исследования влияния технологических факторов отдельных операций на состояние поверхностного слоя позволили установить:

- а) изменение физико-механического состояния поверхностного слоя исследуемых сталей в состоянии поставки происходит в результате термопластической деформации, без фазовых превращений;
- б) при точении низколегированных, мало- и среднеуглеродистых сталей в состоянии нормализации в поверхностном слое формируются остаточные напряжения растяжения;
- в) при шлифовании эластичным кругом и обкатке - напряжения сжатия.

4. Величина и глубина распространения остаточных напряжений зависят от обрабатываемого материала, его структурного состояния, геометрии режущего инструмента, режимов и методов обработки.

5. Шероховатость поверхности в основном определяется методами и режимами резания финишной операции.

6. Правильным сочетанием отдельных операций технологического процесса с оптимальными режимами резания можно регулировать параметры остаточных напряжений окончательно обработанной поверхности. Сочетанием вариантов чистового точения, тонкого точения и шлифования эластичным кругом с различными режимами резания в поверхностном слое получены остаточные окружные напряжения сжатия у сталей: 10ХСНД - $7,40 + 20,20 \text{ кг/мм}^2$; 40Х - $13,20 + 35$; 30ХГСА - $4,70 + 30,00$; и 45 - $9,00 + 33,00 \text{ кг/мм}^2$ и соответствующие прочности сцепления хромовых покрытий со сталями: 10ХСНД - $12,60 + 16,50 \text{ кг/мм}^2$; 40Х - $14,25 + 28,40$; 30ХГСА - $11,30 + 22,00$ и 45 - $12,20 + 24,90 \text{ кг/мм}^2$.

7. Разработана методика и аналитическая формула для расчета прочности сцепления покрытия с основой в зависимости от остаточных напряжений поверхностного слоя основного металла.

8. Рекомендуются режимы обработки, обуславливающие наиболее высокие значения ($15,40 + 28,87 \text{ кг/мм}^2$) прочности сцепления хромовых покрытий с исследуемыми сталями в нормализованном состоянии: чистовое точение $V = 200 \text{ м/мин}$; $S = 0,12 \text{ мм/об}$, $t = 1,25 \text{ мм}$; тонкое точение $V = 256 \text{ м/мин}$; $S = 0,097 \text{ мм/об}$, $t = 0,1 \text{ мм}$. Шлифование эластичным кругом $V_{\text{дет}} = 100 \text{ м/мин}$, $S_{\text{прод}} = 0,8 \text{ м/мин}$, $V_{\text{кр}} = 35 \text{ м/сек}$, $q = 0,4 \text{ кг/см}^2$, $\gamma = 4$.

9. Внедрение результатов исследования на производстве позволяет:

- а) максимально сократить количество деталей, проходящих повторную механическую и гальваническую обработку;
- б) обеспечить долговечность и безопасность работы изделия.

10. Экономический эффект от внедрения рекомендуемых режимов резания механической подготовки поверхности детали под хромирование составляет только у производителя в год 2000 рублей.

По материалам проведенных исследований:

- а) сделаны доклады и сообщения.

1. На научно-теоретической и технической конференции профессорско-преподавательского и научного состава Казахского политехнического института им.В.И.Ленина, Алма-Ата, 1972 г.

- б) опубликованы печатные работы.

М 236 177

1. Остаточные напряжения в поверхностном слое при точении низколегированных конструкционных сталей - "Технические науки" - Сб.статей аспирантов и соискателей. Алма-Ата, 1972, вып.ХШ, Соавтор Т.М.Аталыков.

2. Остаточные напряжения при шлифовании эластичными кругами конструкционных сталей - "Технические науки" - Сб.статей аспирантов и соискателей. Алма-Ата, 1972, вып.ХШ. Соавтор М.К.Курмангалиев.