

И.Г.Попов, Ю.А.Шабалин, А.Б.Кравченко, В.В.Сидоров

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ
И ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ОБРАЗЦОВ,
ОБРАБОТАННЫХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ПЛАЗМОЙ

Представлены данные исследований качественных параметров поверхностного слоя образцов из стали 30ХГСН2А, обработанных по разным технологическим циклам. Показано, что включение в технологический процесс обработки дополнительных операций, таких как обработка высокотемпературной импульсной плазмой с последующим алмазным выглаживанием, за счет получения оптимальных качественных характеристик поверхности, позволяет значительно повысить эксплуатационные характеристики ответственных деталей шасси, работающих в условиях циклических и контактных нагружений.

Цель проведения экспериментов заключалась в том, чтобы определить влияние обработки высокотемпературной импульсной плазмой (ВТИП) на такие параметры качества поверхности и поверхностного слоя, как шероховатость, микротвердость, остаточные напряжения при изготовлении деталей из стали 30ХГСН2А по различным технологическим циклам.

Исследования проводились на образцах, обработанных по пяти различным технологическим циклам.

Базовая технология № I, применяющаяся на предприятии заказчика, включает следующие операции:

- термическую обработку (ТО);
- пескоструйную обработку (ПС);
- точение (Т);

шлифование абразивными кругами со сплошной рабочей поверхностью (СШ);

низкий отпуск при температуре 290°C для снятия остаточных напряжений и стабилизации структурно-фазового состава поверхностных слоев детали (НО);

суперфиниширование (СФ).

Базовая технология № I может быть записана в виде:

ТО + ПС + Т + СШ + НО + СФ.

Опытная технология № 2 включает:

термическую обработку;

пескоструйную обработку;

точение;

шлифование кругами со сплошной рабочей поверхностью;

низкий отпуск;

суперфиниширование;

обработку высокотемпературной импульсной плазмой (ВТИП);

алмазное выглаживание (АВ).

По предложенной сокращенной записи опытная технология № 2:

ТО + ПС + Т + СШ + НО + СФ + ВТИП + АВ.

Аналогично опытная технология № 3:

ТО + ПС + Т + СШ + НО + СФ + ВТИП + СФ,

опытная технология № 4:

ТО + ПС + Т + АВ + ВТИП,

опытная технология № 5:

ТО + ПС + Т + АВ + ВТИП + СФ.

Для проведения экспериментов было изготовлено 5 партий образцов по три образца в каждой. Образцы имели форму кольца с размерами ϕ 55x50x8 мм.

Образцы партий 2, 3, 4 и 5 прошли одновременную обработку высокотемпературной импульсной плазмой.

После ВТИП образцы партии № 2 были обработаны алмазным выглаживанием, а образцы 3 и 5 партий – суперфинишированием.

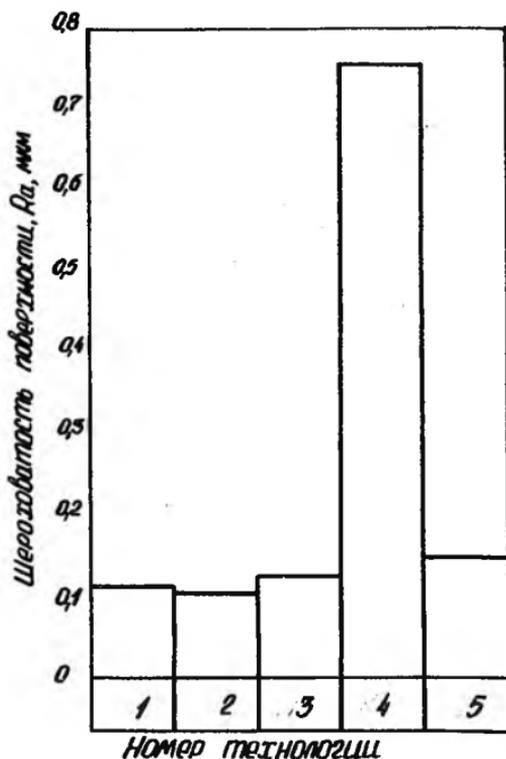
Шероховатость обработанной поверхности контролировалась на профилографе-профилометре модели 205 завода "Калибр". Микротвердость измерялась на микротвердомере ПМТ-3.

Остаточные напряжения определялись по методу академика Н.Н. Давиденкова с последующим расчетом на ЭВМ ДЗ-28.

Усталостные испытания проводились на машине МЦИ-6000.

Влияние способа окончательной обработки на шероховатость поверхности представлено на рис. I.

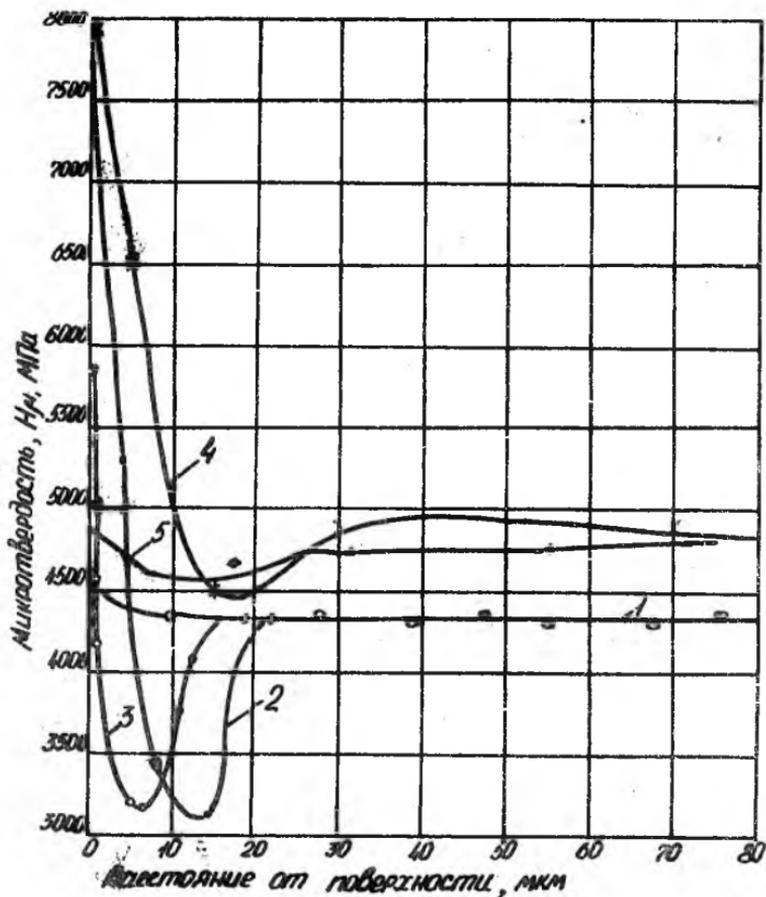
Из гистограммы видно, что после окончательной обработки суперфинишированием (технологии № I, 3, 5) и алмазным выглаживанием (тех-



Р и с. 1. Влияние способа окончательной обработки на шероховатость поверхности: 1 - ТО + ПС + Т + СШ + НО + СФ, 2 - ТО + ПС + Т + СШ + НО + СФ + ВТИП + АВ, 3 - ТО + ПС + Т + СШ + НО + СФ + ВТИП + СФ, 4 - ТО + ПС + Т + АВ + ВТИП, 5 - ТО + ПС + Т + АВ + ВТИП + СФ. Материал: сталь 30ХГСН2А ($\sigma_B \approx 1700$ МПа)

нология № 2) значения среднеарифметического отклонения профиля R_a находятся в пределах от 0,105 мкм до 0,14 мкм, что отвечает требованиям, предъявляемым к деталям шасси самолетов для поверхностей, работающих на трение и со знакопеременными нагрузками. Применение же ВТИП как окончательного вида обработки может быть допустимо только в тех случаях, когда разрешается шероховатость поверхности $R_a \gg 0,78$ мкм.

Исследование микротвердости и остаточных напряжений в поверхностном слое представлены на рис. 2 и 3.

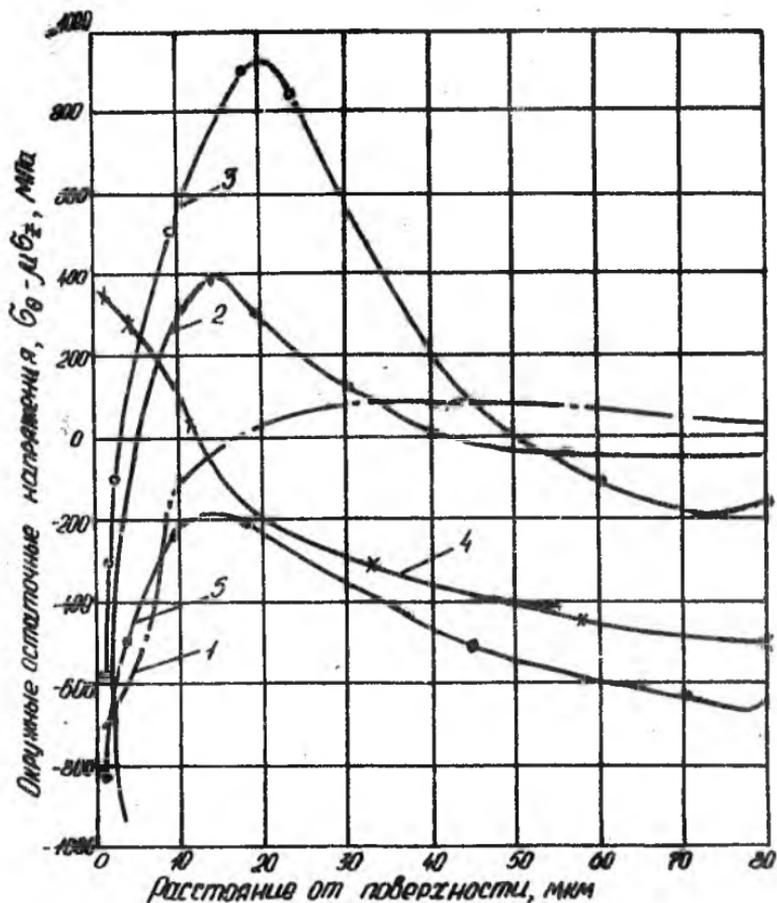


Р и с. 2. Влияние способа окончательной обработки на микротвердость поверхностного слоя. Номер кривой соответствует номеру технологии

Качество поверхностного слоя деталей шасси, работающих в условиях циклических и контактных нагрузений, оказывает значительное влияние на сопротивление усталости, изгибную и контактную прочность этих деталей.

В проведенном исследовании было важно выявить технологический процесс, обеспечивающий наибольшую микротвердость поверхностного слоя, с максимальными значениями на поверхности. Такая характеристика поверхностного слоя способствует увеличению износостойкости дета-

ли с одновременным получением наибольших по величине остаточных напряжений сжатия с максимальными значениями также на поверхности, что должно привести к повышению циклической прочности детали.



Р и с. 3. Влияние способа окончательной обработки на величину, знак и характер распределения технологических остаточных напряжений. Номер кривой соответствует номеру технологии

На рис. 2 приведены графики изменения микротвердости по глубине поверхностного слоя в зависимости от вида окончательной обработки. По графикам видно, что наибольшую микротвердость на поверхности имеют образцы, обработанные по технологии № 2 после обработки супер-

финишированием, высокотемпературной импульсной плазмой и алмазным выглаживанием $H \cong 8000$ МПа, также образцы, обработанные по технологии № 4 после обработки алмазным выглаживанием и высокотемпературной импульсной плазмой $H \cong 7700$ МПа. Однако после обработки ВТИП поверхностные слои испытывают напряжения растяжения (см. рис. 3, кривая 4) с максимумом значений у поверхности около 400 МПа. В образцах, обработанных после ВТИП алмазным выглаживанием, у поверхности возникают напряжения сжатия до 900 МПа (рис. 3, кривая 2).

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что технологический процесс № 2 в наибольшей степени удовлетворяет требованиям получения у детали рабочей поверхности, имеющей наибольшую микротвердость, а значит, и наибольшую износостойкость с одновременной высокой способностью сопротивления усталости.