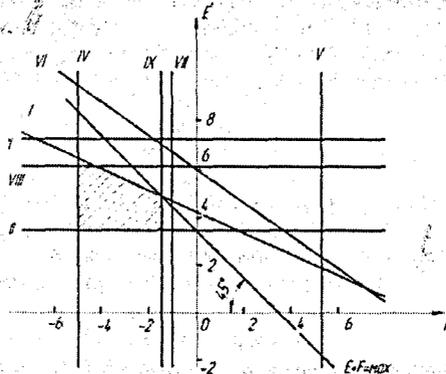


оптимизации. Очевидно, что это будет точка касания допустимой области с прямой линией, проведенной под углом  $45^\circ$  к осям координат  $E$  и  $F$  и примыкающей к этой области справа или сверху. Реальные оптимальные значения параметров режима резания определяются потенцированием:

$$n_{\max} = e^{E_{\max}}; \quad (21)$$

$$S_{\max} = e^{F_{\max}}; \quad (22)$$

В качестве примера, поясняющего применение предлагаемой методики оптимизации режимов сверления, на рисунке 1 представлены графики ограничений и функции оптимизации, полученные для следующих условий сверления: вид заготовки – толстолистовой прокат; материал заготовки – сталь 20Х13; диаметр сверла  $D = 14$  мм; длина сверления  $L = 30$  мм; точность диаметра после обработки – по 14 качеству; сверление выполняется на вертикально-сверлильном станке с ЧПУ модели 2Р135Ф2.



**Рисунок 1 – Графическое определение оптимальных режимов сверления по критерию минимальной трудоемкости**

Таким образом, предлагаемая методика позволяет учесть наиболее существенные характеристики технологической системы сверлильного станка и определить приемлемые режимы сверления, обеспечивающие максимально возможную производительность обработки в данных условиях.

#### Список цитированных источников

1. Справочник технолога машиностроения: в 2-х т. / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулпова, А.Г. Кошиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001.
2. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. – М.: Экономика, 1990. – Часть 2.

УДК 621

Халецкий Е.А.

Научный руководитель: ст. преподаватель Добряник Ю.А.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Значительное влияние состояния поверхностного слоя деталей машин на их основные эксплуатационные свойства, а также вида и режимов механической обработки на отдельные характеристики состояния поверхностного слоя (высоту шероховатости

форму и направление неровностей, микротвердость поверхностного слоя, глубину распространения наклепа, величину и глубину распространения остаточных напряжений) предопределяет зависимость эксплуатационных качеств деталей от технологии их механической обработки.

**Технологической наследственностью** называется перенесение на готовое изделие в процессе его обработки погрешностей, механических и физико-химических свойств исходной заготовки или свойств и погрешностей, сформировавшихся у заготовки на отдельных операциях изготовления изделия [1].

Изменение видов и режимов механической обработки оказывает воздействие на отдельные характеристики состояния поверхностного слоя, а соответственно, и на эксплуатационные свойства деталей. В этом смысле уместно говорить о существовании технологической наследственности состояния поверхностного слоя и определяемых им эксплуатационных свойств деталей от отдельных технологических операций и всего технологического процесса их изготовления [2].

Обычно технологическая наследственность рассматривается ограничительно на последней завершающей операции, хотя формируется она во время протекания всего технологического процесса. Известно, что она представляет собой явление переноса свойств заготовок, деталей и их сборки от всех технологических переходов и операций между собой, как взаимное технологическое воздействие, которое сказывается при эксплуатации на показатели качества изделия. При этом сила воздействия технологических факторов на эксплуатационные свойства будет различной. Влияние одних может усиливаться, других – ослабевать. Можно отметить существование своеобразных барьеров, которые по-разному преодолеваются разными факторами. К таким барьерам можно отнести термические и упрочняющие операции, выхаживание при шлифовании и т.п. Наибольший интерес представляет влияние операций поверхностного упрочнения деталей на ослабление воздействия вредных факторов технологической наследственности [3]. Так, например, поверхностный наклеп устраняет микротрещины, выравнивает физико-механические свойства, структурные неоднородности, устраняет повышенные напряжения, концентраторы напряжений и т.п. Поэтому при разработке технологических процессов должны вводиться операции, препятствующие воздействию вредных факторов.

При изготовлении изделий главное внимание уделяется технологическому обеспечению эксплуатационных свойств деталей и их соединений. Под главными эксплуатационными свойствами деталей и их соединений понимается контактная жесткость, износостойкость, прочность посадок, коррозионная стойкость и динамическая контактная прочность, фреттингстойкость, теплопроводность. Технологическое обеспечение контактной жесткости базируется на уравнениях взаимосвязи конкретных поверхностей деталей с условиями их обработки. Технология имеет широкие возможности ее повышения за счет выбора правильных методов и видов обработки деталей. Повышение контактной жесткости можно достичь также за счет оптимизации режимов резания и учета технологической наследственности [4].

Технологическое обеспечение и повышение износостойкости деталей достигается технологическим определением оптимальных параметров качества поверхностного слоя в соответствии с условиями эксплуатации. Для этого применяется отделочно-упрочняющая обработка, в особенности новые методы поверхностно-пластической деформации, например, электромеханическая обработка и т.п. Основой упрочнения поверхности является сочетание термического и силового воздействия на поверхностный слой обрабатываемой детали.

Следующим способом повышения износостойкости является нанесение специальных покрытий. Технологическое обеспечение и повышение герметичности соединений про-

водится путем назначения требуемых параметров контактных поверхностей, которые обеспечивают нужную герметичность, а затем разработкой технологического процесса, что позволит получить указанные параметры.

Основным способом обработки различных конфигураций уплотнительных поверхностей являются точение, шлифование и притирка. При этом большое значение имеет влияние направления и параметры микронеровностей (поперечный, продольный, косой), форма контактных поверхностей, схемы их контакта.

Технологическое обеспечение и повышение сопротивления усталости деталей связаны с пластической деформацией, при которой протекают различные взаимодействия дислокаций скопления вакансий и зарождения усталостной трещины. Заключается оно в применении наклепа поверхностного слоя деталей, повышающего усталостную стойкость на 25-30% созданием преград увеличению существующих и возникновению новых усталостных трещин. Известно также положительное влияние остаточных напряжений сжатия (увеличивают предел выносливости сталей на 50%), а также шероховатости (для отожженной стали 45 уменьшение предела выносливости с 285 до 200 МПа при увеличении шероховатости  $Ra$  3,2 до  $Ra$  75 мкм). Появление усталостных трещин имеет дислокационную природу, поэтому для более широкого применения методов технологического управления усталостной прочностью деталей необходимы дальнейшие исследования закономерностей формирования основных физических параметров поверхностного слоя для различных технологических операций [3].

Технологическим обеспечением и повышением прочности соединений с натягом можно управлять за счет изменения коэффициента трения в посадке и геометрических параметров сопрягаемых поверхностей деталей. Повышение прочности соединений достигается разными способами и методами, одним из которых является вибронакатывание деталей с получением винтовых микрошлифов. Изменением режимов процесса можно технологически управлять прочностью соединений. Вибронакатывание повышает прочность прессовых соединений на 20% по сравнению со шлифованием. Наибольшее влияние на передаваемый крутящий момент оказывает амплитуда осцилляции, что объясняется появлением на поверхности бала технологической волнистости. Увеличение такой амплитуды уменьшает передаваемый момент [5]. Большое влияние на величину крутящего момента имеет также усилие вибронакатывания и диаметр шариков.

В общем, можно отметить влияние часто используемой лезвийной и абразивной обработки на эксплуатационные свойства деталей. Основными технологическими факторами, которые определяют такое влияние, является подача и жесткость технологической системы, при алмазно-абразивной – подача и зернистость, а при пластической – рабочее давление и приведенный радиус инструмента. Наибольшими возможностями повышения эксплуатационных свойств деталей наделены методы отделочно-упрочняющей обработки поверхностно-пластической деформацией.

Технологическая наследственность зависит не только от вида и режимов обработки, примененных на чистовой операции. Она может проявиться в изменении свойств или потери точности формы готовой детали при ее эксплуатации в результате воздействия тех или иных элементов состояния поверхностного слоя, созданных в поверхностном слое детали при ее черновой обработке.

Была поставлена *следующая задача*: выяснить, как будет изменяться твердость поверхностного слоя образцов из стали ХВГ (инструментальная сталь повышенной прокаливаемости) в зависимости от режимов обработки при точении.

Данная сталь характеризуется повышенным содержанием марганца, при нормальном содержании кремния (таблица 1). Это приводит при закалке к увеличению количества остаточного аустенита и уменьшению деформации.

Инструмент из этих сталей закаливается в масле (при ступенчатой закалке – в соли) и прокаливается насквозь. Меньшая скорость охлаждения при закалке уменьшает опасность образования трещин, деформации и коробления, к чему склонны углеродистые инструментальные стали. Это очень важно для многих видов инструментов, имеющих сложную конфигурацию.

Таблица 1 – Химический состав стали ХВГ

Массовая доля элементов, %				
C	Mn	Si	Cr	W
0,9-1,0	0,8-1,0	0,15-0,35	0,9-1,2	1,2-1,6

Для проведения эксперимента было подготовлено два образца на токарно-винторезном станке (рисунок 1).



Рисунок 1 – Обтачивание и обработка торцов исследуемых образцов

Образец № 1 (рис. 2) был обработан при следующих режимах резания:  $n = 910 \text{ мин}^{-1}$ ;  $t = 0,5 \text{ мм}$ ;  $s = 0,608 \text{ мм/об}$ ; аналогично для образца № 2 (рисунок 3) режимы резания были следующие:  $n = 910 \text{ мин}^{-1}$ ;  $t = 0,5 \text{ мм}$ ;  $s = 0,106 \text{ мм/об}$ .

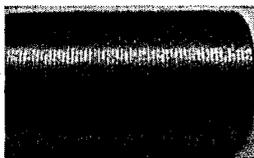


Рисунок 2 – Образец №1



Рисунок 3 – Образец №2

Твердость образцов до закалки измеряли при помощи твердомера ТКМ 459 (рис. 4). Полученные результаты сведем в таблицу 2.

Таблица 2 – Твердость образцов до закалки

	Образец № 1	Образец № 2
Твердость по периферии, $HRC_s$	24,8	22,4
Твердость по торцу, $HRC_s$	23	25,9

Закалку проводили при следующих режимах: температура закалки –  $830^\circ \text{C}$ , с выдержкой в печи в течение 30 мин, охлаждением в масле, с последующим низким отпус-

ком при температуре 150° С и охлаждением на воздухе. В итоге была получена следующая микроструктура стали ХВГ (рисунок 5): мартенсит с темными мартенситными иглами и остаточными карбидами различных размеров.

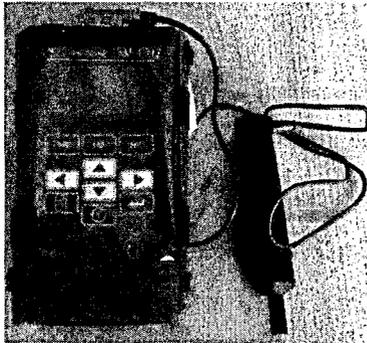


Рисунок 4 – Твердомер ТКМ 459

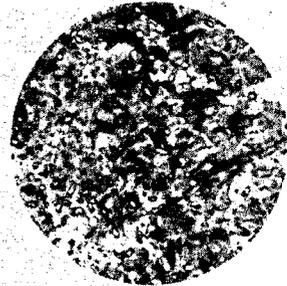


Рисунок 5 – Микроструктура стали ХВГ (увеличено x1000)

Твердость образцов после закалки и отпуска сведем в таблицу 3.

Таблица 3 – Твердость образцов после закалки и низкого отпуска

	Образец № 1	Образец № 2
Твердость по периферии, $HRC_s$	56,3	55,4

Далее 2 образца были шлифованы на круглошлифовальном и плоскошлифовальном станках без применения СОЖ, с последующим измерением твердости (таблица 4).

Таблица 4 – Твердость образцов после шлифования

	Образец № 1	Образец № 2
Твердость по периферии, $HRC_s$	62	60,5
Твердость по торцу, $HRC_s$	61,1	60,2

### Заключение

В итоге, по результатам эксперимента можно сделать следующий вывод: при шлифовании грубо обточенной и закаленной до 54-56  $HRC_s$  заготовки из стали ХВГ шлифовальный круг создает на участках выступов неровностей поверхности тепловые удары, вызывающие мгновенный нагрев и структурные изменения металла поверхностного слоя, что вызывает вторичную закалку поверхностного слоя исследуемых образцов и ведет к значительному увеличению твердости поверхностного слоя (таблица 4).

### Список цитированных источников

1. Качество машин: справочник: в 2 т. / А.Г.Суслов [и др.]; под общей ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 1995. – 430 с.
2. Суслов, А.Т. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений / А.Т.Суслов [и др.]. – М.: Машиностроение, 2006. – 448 с.
- 3 Васильев, А.С. Направленное формирование свойств изделий машиностроения / А.С. Васильев [и др.]; под ред. А.И. Кондакова. – М.: Машиностроение, 2005. – 352 с.
4. Суслов, А.Г. Научные основы технологии машиностроения / А.Г. Суслов, А.М. Польский. – М.: Машиностроение, 2002. – 640 с., ил.
- 5 Машиностроение. Энциклопедия. Технология сборки в машиностроении. / А.А. Гусев [и др.]; под общ. ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Машиностроение, 2001. – Т.III-5 – 640 с., ил.