

В.В.Парусов, Э.В.Парусов, Л.В.Сагура, А.И.Сивак

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОЛОЧЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ПРУЖИННОЙ ПРОВОЛОКИ

Исследовано влияния скорости волочения на качество пружинной проволоки. Показано, что при прямом волочении на поверхности пружинной проволоки диаметром 2,20 мм из катанки стали 70-1 ОАО «ММЗ» диаметром 6,5 мм возможно образование закаленного слоя и мартенсита, что снижает технологичность изготовления мебельных пружин и может приводить к их хрупкому разрушению.

пружинная проволока, скорость волочения, закаленный слой, технологичность изготовления

Современное состояние вопроса. Переработка катанки в проволоку на современных метизных предприятиях осуществляется на станах многократного волочения прямоточного типа. Так как для изготовления пружин применяется высокопрочная высокоуглеродистая проволока, то при ее переработке суммарная деформация достигает более 90 %.

На качество пружинной проволоки существенное влияние оказывают факторы, возникающие в процессе переработки катанки на метизных предприятиях. В связи с этим представляло интерес провести исследование влияния скоростных параметров волочения на качество пружинной проволоки, а также факторов, влияющих на образование поверхностных дефектов при свивке пружин типа bonnell.

В процессе волочения из-за нарушения подачи смазки в очаг деформации между поверхностями волюки и проволоки резко возрастает сила трения, в результате чего происходит разогрев поверхностей, как проволоки, так и волюки. Иногда разогрев достигает таких температур, что в результате на поверхности пружинной проволоки образуются закаленные (мартенситные) структуры, так называемый подкал. Образование подкала резко снижает механические и технологические свойства пружинной проволоки.

В условиях предприятия ООО «Бусол» при волочении катанки из стали марки 70-1 (производитель – ОАО «Молдавский металлургический завод») диаметром 6,5 мм на диаметр проволоки 2,2 мм на непрерывном волочильном стане фирмы Koch (скорость волочения – 12 м/с, смазка TRAXIT) возникли случаи обрывности проволоки в промежуточных диаметрах. Химический состав катанки, %: С – 0,728; Mn – 0,567; Si – 0,1694; P – 0,0073; S – 0,0060; Cr – 0,0298; Ni – 0,0664; Cu – 0,1304; N₂ – 0,093.

Основные результаты исследований. В результате проведенных исследований в поперечных и продольных сечениях исследуемых образцов наблюдался поверхностный слой (рис.1 и 2), микроструктура

которого отличается от структуры остального металла и представляла собой мартенсит трения, который возникает из-за «сухого» (без смазки) трения между поверхностями проволоки и волокна в очаге деформации, что сначала приводит к существенному разогреву металла, а затем (при выходе из очага деформации) – к подкалу.

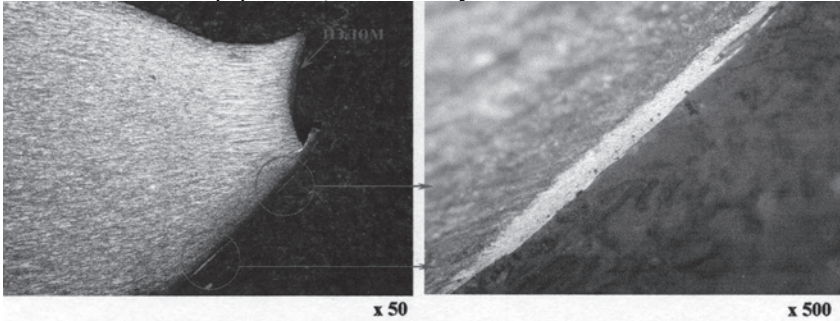


Рис. 1. Мартенсит на поверхности проволоки в зоне излома

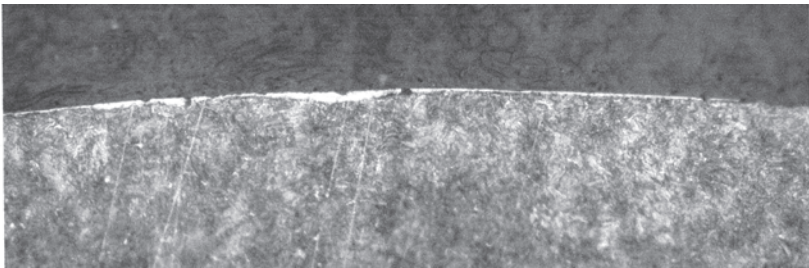


Рис. 2. Мартенсит на поверхности проволоки вне зоны излома

Таким образом, для процесса волочения температурный фактор является одним из основных, определяющим как технико-экономические показатели производства, так и качество готовой продукции [1]. Особенность процесса волочения состоит в том, что в сравнительно малом объеме очага деформации выделяется большое количество теплоты. Масса инструмента по сравнению с количеством протягиваемого металла незначительна, теплоотвод через инструмент затруднен и часто неудовлетворителен, поэтому преобладающее количество выделившейся теплоты порядка 90% уносится с металлом. При этом температура металла значительно повышается, что обуславливает появление отрицательных последствий [1]. С точки зрения технологии волочения повышение температуры приводит к изменению реологических свойств смазки, ухудшению условий прохождения ее через очаг деформации, частичному выгоранию, а также изменению свойств подсмазочного слоя.

С точки зрения качества проволоки повышенный температурный фон вызывает интенсивное развитие процессов динамического и статического старения, ответственных за повышение сопротивления деформации и снижение пластичности, а при температуре поверхностного слоя металла $> A_{c1}$ (~ 727 °C) возникает явление подкала. Поэтому контроль температуры и ее ограничение – обязательные условия процесса волочения. Температура, возникающая в очаге деформации, зависит от следующих факторов: диаметра протягиваемого материала, прочности металла, частных обжатий, скорости волочения, условий трения на контактных поверхностях.

Условия теплоотвода, теплоемкость металла и ряд других факторов (исходная температура, температура окружающей среды, кратность волочения и т. п.) могут внести существенные изменения в конечную температуру нагрева металла. Мартенсит трения (подкал) приводит к обрывности проволоки при ее волочении, снижает как технологичность изготовления из такой проволоки пружин, так и эксплуатационные свойства пружин. При исследовании качества пружинных блоков bonnell (рис.3), изготовленных из пружин с поверхностным подкалом проволоки было обнаружено, что разрушение пружин происходило хрупко с характерным изломом проволоки (Рис. 4).

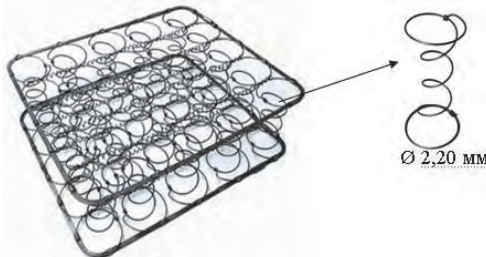


Рис. 3. Блок из пружин bonnell.

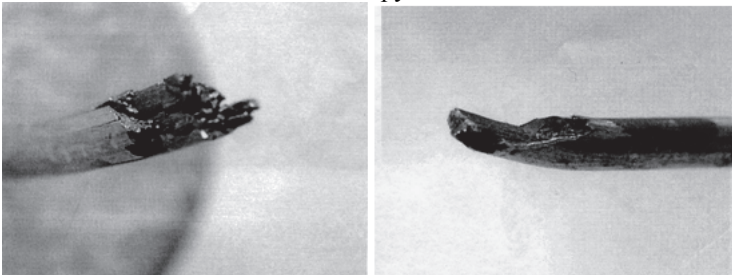


Рис. 4. Внешний вид хрупкого разрушения пружин из проволоки диаметром 2,20 мм.

Микроанализ проволоки от разрушенных пружин показал наличие подкала в поверхностных слоях глубиной 0,0033...0,0050 мм (рис.5, а).

Подкал на поверхности проволоки возникает в одной из волок во время волочения. Так как подкаленный поверхностный слой является хрупким, то при обжати проволоки в последующей волоке он разрушается и приводит к образованию продольных поверхностных микротрещин (рис.5, б). В дальнейшем, при эксплуатации пружин, эти микротрещины, являясь концентраторами напряжений развиваются в макротрещины, идущие от поверхности вглубь металла, что приводит к хрупкому разрушению (рис.5, в).

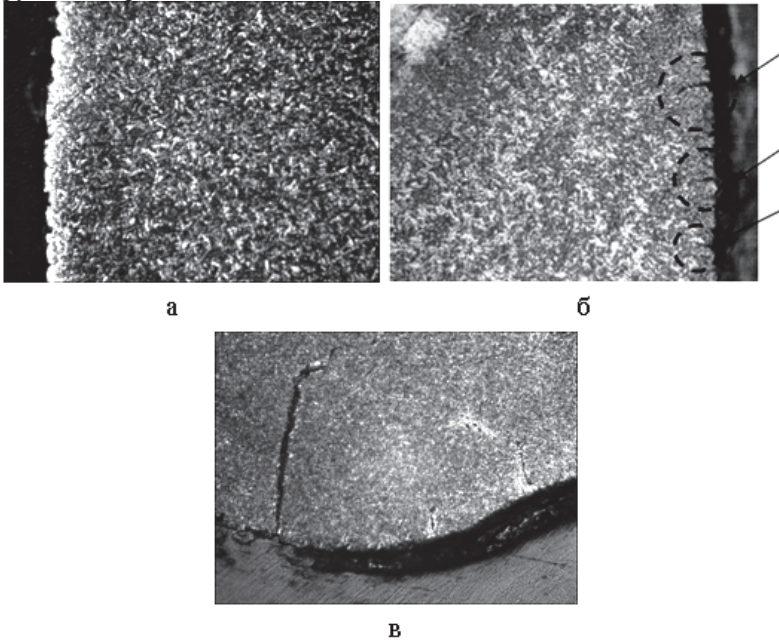


Рис. 5. Микроструктура хрупко разрушенной проволоки диам. 2,20 мм: а, б – $\times 400$; в – $\times 100$

Представляло интерес определить рабочие скорости волочильного стана Коч, при которых начинает образовываться мартенситная структура на поверхности проволоки. Известно [2], что оптимальная скорость волочения зависит от диаметра проволоки и ее предела прочности. Важную роль при выборе скорости волочения играет тип используемой смазки. В условиях ООО «Бусол» катанку диам. 6,5 мм из стали 70-1 в проволоку диаметром 2,20 мм волочили на смазке TRAXIT различных модификаций со скоростью волочения 8 и 9 м/с. Исследование микроструктуры показало, что при скорости волочения 9 м/с на поверхности проволоки возникает подкал. Это негативное явление удалось устранить после установки дополнительной волоки диаметром 2,28 мм.

Выводы

При производстве прямым волочением пружинной проволоки диам. 2,20 мм из катанки стали 70-1 ОАО «ММЗ» диаметром 6,5 мм на поверхности проволоки возможно образование подкала в виде мартенсита трения, который снижает технологичность изготовления проволоки и мебельных пружин, а также и эксплуатационные свойства пружин.

Хрупкое разрушение пружин происходит в результате развития продольных микротрещин, возникших на поверхности проволоки из-за образования подкала в процессе волочения.

В зависимости от сезонных колебаний температуры окружающей среды и других факторов (установка или отсутствие дополнительной волюки) скорость волочения проволоки, при которой образуется подкал, может превышать 11 м/с, а может быть ограничена 9 м/с.

Наличие подкала на поверхности проволоки можно определить визуально по появлению металлического блеска.

1. *Красильщиков Р.Б.* Деформационный нагрев и производительность волочильного оборудования / Р.Б.Красильщиков. – М. : Металлургия, 1970. – 168 с.
2. *Коковихин Ю.И.* Технология сталепроволочного производства / Ю.И.Коковихин. – Киев, 1995. – 608 с.

*Статья рекомендована к печати
докт.техн.наук, проф. Г.В.Левченко*

В.В.Парусов, Е.В.Парусов, Л.В.Сагура, А.І.Сівак

Дослідження впливу швидкісних параметрів волочіння на якість пружинного дроту

Досліджено вплив швидкості волочіння на якість пружинного дроту. Показано, що при прямому волочінні на поверхні пружинного дроту діаметром 2,2 мм з катанки сталі 70-1 ВАТ «ММЗ» діаметром 6,5 мм можливо утворення загартованого прошарку та мартенситу, що знижує технологічність виготовлення меблевих пружин та може призвести до їх хрипкого руйнування.