УТВЕРЖДАЮ
проректор по научной работе
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный
лесотехнический университет»
доктор сельхоз. наук, профессор
_____ С.В. Залесов
«18» ноября 2014 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертационной работе
Федоренко Ольги Николаевны
«Структурные особенности и свойства пружинных сталей, подвергнутых фрикционному деформированию»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.16.01 – материаловедение (машиностроение)

Работа посвящена поиску и апробированию новых, для пружинных лент, способов упрочнения сталей разных структурных классов, применяемых для изготовления упругих элементов.

В литературном обзоре подробно рассмотрены поверхностные эффекты, сопровождающие трение скольжение наряду с другими методами объемного и поверхностного упрочнения сталей, а именно, дорнование, алмазное выглаживание, деформирующее протягивание, а так же динамические способы обработки: дробеструйная и вибрационная. Все эти способы повышают служебные показатели соответствующих изделий.

В этом же разделе очень подробно рассмотрены механизмы трения, но не с точки зрения износа соответствующих пар, а в большей степени рассмотрены структурные изменения в испытуемых металлах и сплавах. В частности проанализировано формирование дислокационной структуры, текстуры, вплоть до образования нанокристаллических слоев на поверхности трения и др. На ряду с этим отмечается, что в некоторых случаях поверхность трения имеет малую (Ra 0,1 – 0,05 мкм) шероховатость. Сформулированные задачи исследования целесообразны, а научные положения, выносимые на защиту, а к т у а л ь н ы .

Вх. №05-19/1-302
от 25.11.14 г.

В качестве материалов исследования использованы аустенитные (ЗИ-98, ЗИ-126), мартенситная (70С2ХА) и углеродистая (У9А) стали в виде ленты сечением 0,40 х 3,5 мм, которая подвергалась разным типовым деформационным и термическим обработкам (см. схемы, рис. 2.1, 2.2) наряду с новыми вариантами, в которые было включено фрикционное деформирование трением (см. рис. 2.3) на специальном устройстве (см. рис. 2.4).

В качестве методов оценки структуры использованы металлографические, рентгеноструктурные и электронно-микроскопические исследования. Оценки механических свойств ленты после фрикционной обработки включали измерения микротвердости, числа знакопеременных гибов, усталостные испытания, а также эффект Баушингера и релаксационную стойкость.

В третьей главе рассмотрена структура и свойства стали мартенситного класса марки 70С2ХА после фрикционной обработки.

В таблице 3.3 показано, например, что микротвердость поверхности трения закаленной стали существенно выше, чем только после закалки и закалки с отпуском. Это объяснено диспергированием структуры на поверхности трения, что установлено экспериментально. Следует при этом отметить, что толщина, измененного трением, поверхностного слоя не превышает 30 мкм (см. рис. 1.5 [29]), что составляет менее 10% от общего сечения обработанной трением ленты, при этом надо полагать, что поверхность подвергается, кроме всего, воздействию ППД (поверхностно пластическому деформированию).

Значения показателей усталостных испытаний, полученные диссертантом, у сталей 70С2ХА и У9А (см. рис. 3.6) после фрикционной обработки оказались в 2,5 – 3 раза выше, чем без этой обработки – это очень яркий результат. Интересно было бы знать углубленную интерпретацию такого эффекта.

В главе четвертой представлено исследование структуры и свойств аустенитных сталей до и после фрикционной обработки. Особенно интересна метастабильная сталь ЗИ-126 (12Х17Н8Г2СМФ), в которой при данной обработке интенсивно протекает мартенситное превращение (см. табл. 4.1). При этом дисперсность фрагментов структуры приближается к наноразмерам, а «точечный» характер микродифракционных картин (см. рис. 4.6) свидетельствует о том, что

уже при фрикционной обработке идет возврат, полигонизация и, как указывает диссертант, - рекристаллизация. Показатели усталостной прочности для этой стали только в результате фрикционной обработки возрастают в 4 раза!!!

Релаксационная стойкость вследствии фрикционной обработки также возрастает существенно, приблизительно на 20%, а результаты подобных испытаний для стабильной аустенитной стали ЗИ-98 (13Х18Н10Г3С2М2) не приведены, это не вполне логично для контекста данной работы.

Пятая глава посвящена разработке установки и параметрам фрикционной обработки ленточных упругих элементов.

Разработанная методика и установка оригинальны и представляют несомненный как научный, так и практический интерес. При всех достоинствах данной методики остаются неясности её описания, а именно, какова скорость протягивания обрабатываемой ленты? Дело в том, что для узлов трения-скольжения скорость взаимного перемещения испытуемого материала (стали) и контртела (твердый сплав в данном случае) должна влиять на формирование поверхностной структуры, коэффициент трения при этом может изменяться в любом направлении, может наступать микросхватывание; с повышением скорости скольжения, как правило, повышается температура до сотен градусов на опорных поверхностях, а это, в свою очередь, в стали ЗИ-126, например, может приводить к распаду мартенсита деформации, сформировавшемуся на первых этапах фрикционной обработки ленты.

С другой стороны, представленную схему фрикционной обработки можно (следует) представить как состоящую из двух процессов действующих одновременно:

1 – ППД, поверхностное пластическое деформирование (см. рис. 5.4), в результате которого уменьшается толщина ленты с h_0 до h_{1k} в результате прохода её между инденторами, важно в этом случае было бы знать, как изменилось сечение этой ленты с 0,40 до ?;

2 – воздействие трением, а в этом случае было бы целесообразно знать коэффициент трения ($f_{тр}$), так как именно $f_{тр}$, а также скорость трения влияют на изменения разных параметров поверхности.

При развитии данной работы было бы интересным обратить внимание на применяемую в машиностроении технологию «суперфиниширования». Совмещение этой технологии с разрабатываемой диссертантом могло бы привести к созданию эффективной поточной промышленной технологии обработки не только плющеной ленты, но и пружинной проволоки.

Выполненная работа представляет собой з а к о н ч е н н о е исследование, полученные результаты д о с т о в е р н ы .

Предложенная схема фрикционного деформирования пружинной ленты имеет все признаки н а у ч н о й и т е х н о л о г и ч е с к о й н о в и з н ы . Заложенные в работе идеи после их дополнительной проработки вполне могут быть трансформированы в э ф ф е к т и в н у ю т е х н о л о г и ю производства пружинной ленты и проволоки с повышенными свойствами, то-есть, п р а к т и ч е с к а я з н а ч и м о с т ь н е с о м н е н н а .

Тем не менее, по работе можно сделать замечания:

1. В 4 выводе по работе отмечено повышение выносливости в 2-3 раза (стр. 113) в результате примененной фрикционной обработки ленты из исследованных сталей. Это трудно себе представить, тем более, что предел выносливости не определялся.

2. Номограмма (рис. 5.5, стр. 103), построенная на базе созданной модели, показывает, что сила F, действующая через индентор на обрабатываемую ленту зависит от радиуса закругления этого индентора. Но как это возможно? Надо полагать эта сила F зависит только от грузов G и G_P и соответствующих плечей рычагов (см. рис. 5.2, стр. 98).

3. Как понимать фразу «Нормальное напряжение на контактной поверхности на выходе из инденторов» составляет $P_{1k}=\sigma_k - \sigma_1$ (стр. 101)? После прохождения ленты через инденторы нормальных напряжений в ленте быть не должно.

4. Восприятие работы могло быть более рациональным, если бы экспериментальная часть диссертации начиналась с разработки установки, то-есть с главы пятой.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку выполненного научно-технологического исследования, не снижают высокой оценки представленной диссертационной работы.

На основании изложенного считаем, что диссертация инженера Федоренко Ольги Николаевны «Структурные особенности и свойства пружинных сталей, подвергнутых фрикционному деформированию» по объему и содержанию научных исследований, их актуальности, научной и практической значимости в полной мере соответствует требованиям ВАК «Положение о присуждении ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям» (п. 9) и автор её Федоренко О.Н. вполне заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – материаловедение (машиностроение).

Работа оформлена в соответствии со стандартами, хорошо опубликована. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Отзыв подготовлен доктором технических наук, профессором, заведующем кафедрой технологии металлов ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» и обсужден на заседании этой кафедры «22» октября 2014 г., протокол №2.

Заведующий кафедрой
Технологии металлов
ФГБО ВПО «Уральский государственный
лесотехнический университет»,
доктор технических наук, профессор
Email: pba-nn@yandex.ru

Потехин Борис Алексеевич

Подпись Потехина Б.А.
заверяю
Начальник
общего отдела Устинова А.В.

г. Екатеринбург

Адрес организации: 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»
Телефон: +7 (343) 262-96-38, Email: general@usfeu.ru, http://www.usfeu.ru