

УДК 629.113.004.67 (575.2) (04)

**ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ТРЕНИИ ПОКРЫТИЯ  
ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ЖЕЛЕЗА  
С РАЗЛИЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ И СМАЗКАМИ**

*В.П. Макаров* – докт. физ.-мат. наук,

*К.Е. Мурзакулов* – инженер

---

The results of research of influence of parameters stress and lubricant environments on factor of friction electrolytic of iron are given.

Отсутствие метода измерения температур твердых тел при трении, который был бы универсален и давал достаточно высокую точность, обусловило разработку нескольких способов этого метода применительно к разным конкретным случаям. А.М. Даниеляном [1] предложена строгая классификация методов измерения температуры при резании.

К приближенным оценочным методам относятся:

1) метод цветов побежалости, при котором по виду теплоотдающих поверхностей можно судить о температуре, развиваемой при трении;

2) метод применения легкоплавких веществ, заключающийся в том, что на поверхность трения вещества, температура плавления которого известна, имея в распоряжении ряд таких веществ, можно приближенно определить исследуемый интервал температур;

3) метод, основанный на применении составов, чувствительных к измерению температуры (термокарандаши); при этом методе меняются восковые карандаши, пигментированные термочувствительными соединениями, подлинность определения температур 5–10%, кроме того, влияет время воздействия температуры на краску;

4) метод, основанный на действии температуры на изменение структуры материала пары трения.

Для исследования процессов трения применяются следующие методы, при которых температура непосредственно регистрируется приборами:

1) метод естественной термопары. Этот метод применим только для пары металл-металл, и в качестве элементов термопары используется сама пара трения;

2) метод определения температуры посредством термометра сопротивления. Полная установка для использования термометра сопротивления должна включать в себя, кроме самого термометра, состоящего из вольфрамовых проводов, источник тока и чувствительное измерительное устройство;

3) метод полусинтетической термопары. Этот метод позволяет достаточно хорошо определять температуру в объеме вблизи поверхности трения.

Один из элементов искусственной термопары приваривается или припаивается к данному металлическому элементу пары трения, который сам является вторым электродом;

4) метод искусственной термопары. Преимущество применения термопар с точечными контактами при исследовании температурных полей объясняется тем, что этим методом можно измерить значительные градиенты температур;

5) метод скользящей термопары. При определении температуры на поверхности трения пользуются скользящей термопарой;

6) радиационный метод. Сравнивается испускательная способность тела с испускательной способностью идеального излучателя – абсолютно черного тела, находящегося при той же температуре. При этом необходимо учитывать непрозрачность тела, шероховатость его поверхности [2].

Температуру измеряли термопарой, которую вводили в образец на достаточное расстояние – 0,3...0,4 мм от поверхности трения (рис. 1 и 2). Увеличение температуры, согласно графику, происходит с увеличением скорости. При трении электролитического железа (ЭЖ) по стали 45 интенсивность роста температуры до скорости 1 м/с больше, чем при скоростях от 1 до 2 м/с, но затем интенсивность роста вновь повышается.

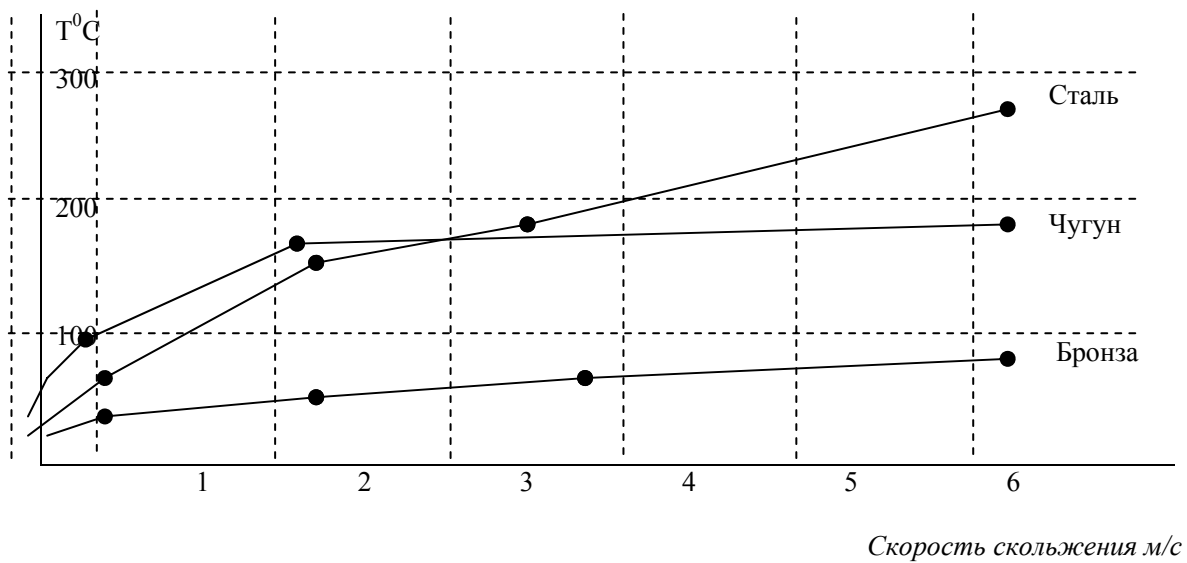


Рис. 1. Изменение температуры в зоне трения ЭЖ без смазки.

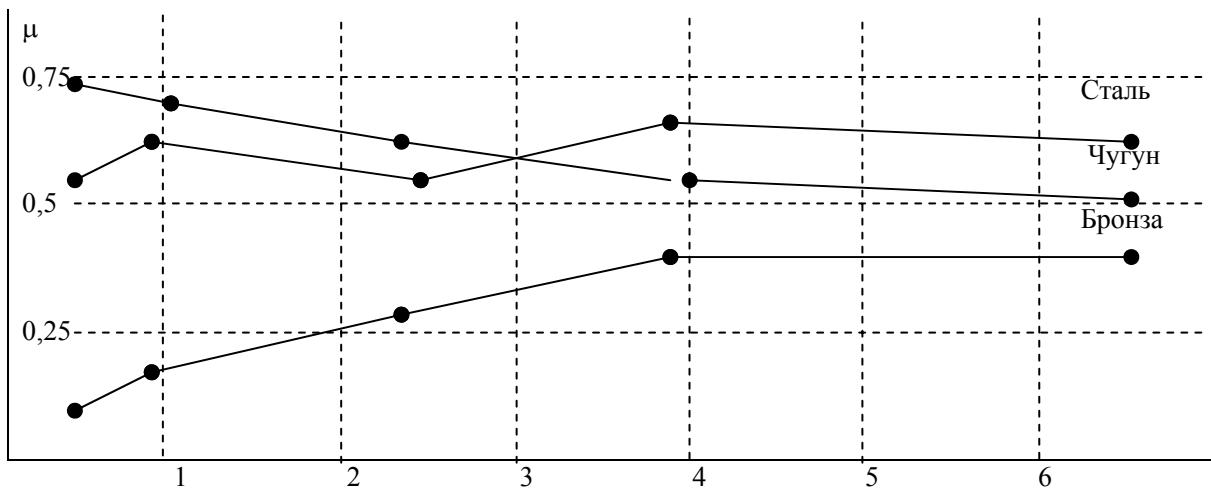


Рис. 2. Изменение коэффициента трения ЭЖ по стали 45, чугуна СЧ18 и бронзе ОЦС 4-4 – 2,5.

Значение температуры при трении по стали 45 при скоростях более 3 м/с больше, чем у чугуна и бронзы. Рост температуры при трении по чугуну СЧ 18 плавно увеличивается и, начиная со скорости 3,5...4 м/с, температура стабилизируется. На скоростях трения до 3 м/с температура в зоне трения по чугуну несколько выше (до 20<sup>0</sup>С), но после 3 м/с температура при трении по стали выше, чем при трении по чугуну. Наименьшая интенсивность увеличе-

ния температуры в зависимости от скорости наблюдается при трении покрытия электролитического железа по бронзе. По закономерности нарастания температуры эта зависимость аналогична при трении по чугуну, однако значения температуры в зоне трения почти в 2 с лишним раза меньше. Из рассмотренных графиков следует, что повышение температуры в зоне контакта при трении электролитического железа происходит приблизительно одинаково

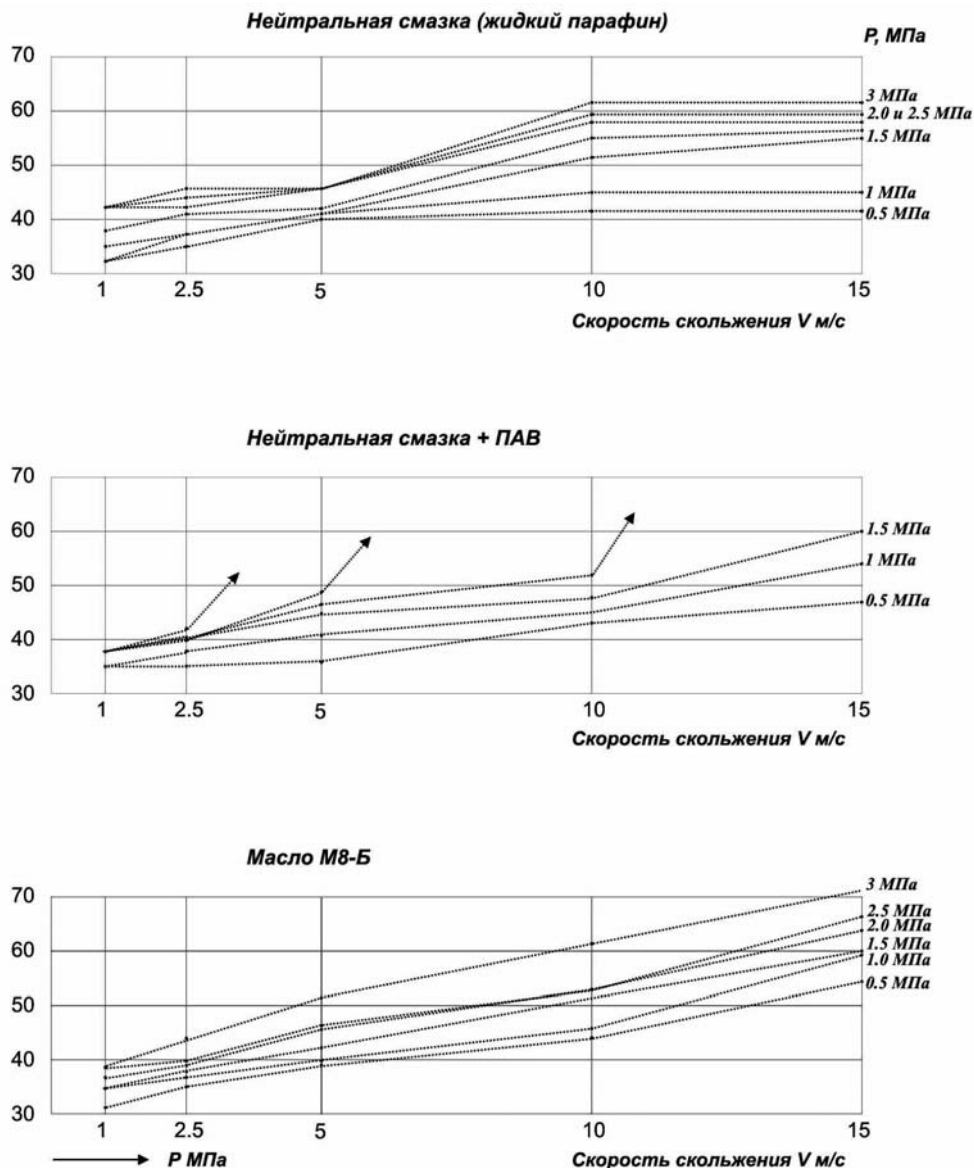


Рис. 3. Изменение температуры в зоне трения при различных смазках.

в зависимости от скорости скольжения с различными материалами, но значение температуры при трении сильно зависит от свойств материалов, по которым изнашивается покрытие электролитического железа.

Изучение зависимости температуры поверхности трения от режимов нагружения и смазочной среды дает возможность анализировать процессы, которые происходят в зоне контакта. Данное положение основывается на первом законе термодинамики – энергия в процессе трения переходит в тепло и работу трансформации материала контактируемых слоев [2, 3].

Температуру измеряли микротермопарой, которую размещали в образце на расстоянии 0,2...0,3 мм от поверхности трения (рис. 3). Из рис. 3 следует, что тепловой режим при трении пропорционален основным параметрам нагружения, т.е. давлению и скорости. Изучение полученных результатов при трении в нейтральной среде показывает повышение температуры пропорционально давлению. Влияние скорости сказывается в сторону увеличения температуры при всех давлениях. Резкое повышение температуры при скорости 1 м/с и давлении 0,5, а также при скорости 10 м/с и 4 МПа можно объяснить развитием процессов схватывания. Присадка поверхностно-активных веществ (ПАВ) к нейтральной смазке ослабляет связи верхних слоев поверхности трения, а это приводит к ослаблению сцепления вторичных структур с основой и большей частоте образования ювенильных поверхностей [4–6]. Этим объясняется склонность по-

крытия к схватыванию при давлениях 2,25 и 3,0 МПа. Испытания покрытия на износ в среде базового масла М8-Б не имело во всем диапазоне скоростей и давлений явлений схватывания. Рост температуры при этой смазке более интенсивен, чем у предыдущих. Очевидно, что присадки к маслу М8-Б в виде жирных кислот, которые влияют как ПАВ, умеренно воздействуют на поверхность трения, не доводя её активацию до схватывания, хотя температура в зоне контакта при этой смазке выше, чем при ПАВ и нейтральной.

#### *Литература*

1. *Даниелян А.М.* Теплота и износ инструментов в процессе резания металлов. – М.: Машгиз, 1954. – С. 57.
2. *Крагельский И.В.* Трение и износ. – М.: Машгиз, 1962. – С. 383.
3. *Мурзакулов К.О.* Восстановление деталей машин способом “натирания” // Вестник КТУ им. И. Раззакова (машиностроительный факультет). – Бишкек, 1999. – Вып. 2. – С. 85.
4. *Костецкий Б.И., Натонсон М.Э.* Механохимические процессы при граничном трении. – М.: Наука, 1972. – С. 170.
5. *Чичинадзе А.В.* Температурное поле, коэффициенты трения и износ фрикционных пар. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – С. 89.
6. *Ребиндер П.А. и др.* Влияние поверхностно-активной среды на граничное трение и износ металлов / Сб. тр. “Развитие теории трения и изнашивания”. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – С. 54.