

**О влиянии микроструктуры меди на процесс индентирования клина**

**Научный руководитель – Сахаров Александр Николаевич**

***Рябинина Алина Юрьевна***

*Студент (специалист)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
Механико-математический факультет, Кафедра теории пластичности, Москва, Россия  
*E-mail: vorobvandal@gmail.com*

В исследовании проведено сравнение результатов внедрения клина в три вида меди с различными размерами зёрен. Микроструктура изменялась путём отжига образцов: в течение двух часов при 900° С (крупное зерно, мягкая), в течение 40 минут при 600° С (среднее зерно, средняя твердость), без отжига (мелкое зерно, твердая). В опыте на растяжение были получены константы материалов, а также установлено, что при отжиге меняется и вид кривой растяжения: отожженные образцы начинают проявлять свойство упрочнения, которое не наблюдается у мелкозернистой меди.

В опытах на внедрение для обеспечения плоской деформации медные бруски со всех сторон зажимались стальными пластинами. Все три образца индентировались с постоянной скоростью до силы 50кН. Результаты показывают, что деформированная форма свободной границы различна для твердой и мягкой меди. В первом случае она почти прямая, во втором похожа на дугу. Графики зависимости силы, действующей на клин, от перемещения во всех трёх случаях линейны, что позволяет сделать предположение об автомодельности процесса как для жёсткой, так для упрочняющейся меди. В этом предположении получена полная система уравнений, описывающая процесс деформирования металла. Сравнение удельной силы (на единицу перемещения клина), прикладываемой к клину в эксперименте, с удельной силой в классическом решении Хилла для идеально жестко-пластического материала показывает, что для деформации упрочняющегося материала нужна сила, существенно превышающая теоретическую, тогда как для не упрочняющегося материала эти силы совпадают.

Для установления размеров зёрен и изучения деформаций металла были сделаны снимки на оптическом и электронном микроскопах. На снимках видно, что наибольшие деформации под остриём испытывает медь средней твёрдости, а мягкая медь (несмотря на наибольшую глубину индентирования) – наименьшие.