

сольно закреплена шестерня 4. Шестерня червячного редуктора входит в зацепление с нижним зубчатым колесом 5 шестеренной клетки, которая представляет собой одноступенчатый цилиндрический редуктор ( $u = 1$ ) и предназначена для разделения крутящего момента. Валы шестеренной клетки установлены в подшипниках скольжения стоек, соединенных шпильками. На шейках валов шестеренной клетки (по обе ее стороны) закреплены ведущие звездочки 6 цепной передачи, которые зубчатыми цепями 7 (ГОСТ 13552–68) связаны со звездочками 8, установленными на валках рабочей клетки 9.

Рабочая клеть – узел стана, обеспечивающий формирование свойств и размеров проката. Клеть состоит из двух соединенных шпильками неразъемных станин (рам), внутри которых размещены подушки валков с подшипниками скольжения.

Регулировка зазора между валками осуществляется перемещением верхнего валка с помощью нажимного механизма, состоящего из двух винтов и гаек, запрессованных в станинах.

Использование в кинематической схеме стана цепных передач вместо традиционных шпинделей позволило значительно уменьшить габариты стана и обеспечило возможность установки валков с диаметром бочки от 90 до 160 мм. Применение зубчатых цепей обеспечивает плавность вращения валков и бесшумность передачи. Цепная передача с регулируемым пружинным натяжением является элементом трансмиссии, предохраняющим стан от поломок. При перегрузке цепь соскальзывает со звездочек.

Электродвигатель, редуктор и шестеренная клеть установлены на станине привода под рабочей клетью, которая имеет отдельную станину и размещена на ней таким образом, что плоскость осей валков расположена под углом  $45^\circ$  к горизонту. Станины привода и рабочей клетки крепятся к основанию стана.

Эксплуатация стана показала его надежность в работе. Прокатываемые из порошков ленты толщиной 0,4...1,1 мм, относительной плоскостью 0,60...0,85 по точности размеров и плотности (отклонение от заданного номинала по длине и ширине) удовлетворяют высокие требования производства.

*УДК 620.191.355*

**А.В.АЛИФАНОВ, Д.И.ДМИТРОВИЧ**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ПРОДОЛЬНОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОМ ТРЕНИИ**

При исследовании процессов сухого трения большое внимание уделяется взаимодействию шероховатостей трущихся поверхностей (шероховатость представляется в виде совокупности выступов различной конфигурации).

Внедрение выступов на поверхности инструмента в мягкий материал рассматривается как одна из главных причин повреждения его поверхности.

Чтобы лучше представить механизм развития пластической деформации в условиях трения, рассмотрим стационарное движение жесткого поперечно-го гребешка 1 по пластическому полупространству 2 (рис. 1).

Теория пластичности, а также многочисленные эксперименты показывают, что перед гребешком нарастает валик (АВ'С) мягкого материала. При этом устанавливается постоянный передний угол наклона к поверхности трения  $\beta'AC = 45^\circ$ . Валик можно мысленно достроить до элементарного прямоугольника ABCD, на который действуют сжимающие нормальные напряжения  $\sigma_1$ . В условиях пластической деформации  $\sigma_1 = 2k$ , где  $k$  — предел текучести мягкого материала на сдвиг, а максимальные касательные напряжения  $\tau = k$  развиваются на диагонали прямоугольника AC, совпадающей с поверхностью пластического тела. На поверхности фактического контакта гребешка и валика В'С касательные напряжения  $\tau_K < k$  ( $\tau_K = k \cdot \cos 2\alpha$ ). Таким образом, пластическая деформация происходит внутри мягкого материала, а не на фактическом контакте двух тел, независимо от того, имеется ли полная адгезионная совместимость на контакте или ее нет. При достаточной адгезии на контактирующем участке гребешка (или за счет шероховатостей второго порядка) происходит налипание мягкого материала, образуется нарост, который, перемещаясь совместно с гребешком, дополнительно повреждает трущуюся поверхность, особенно если условия пластического деформирования вызывают упрочнение.

Необходимо учитывать, что поверхности трения формируются еще и в процессе их механической обработки, причем инструмент оставляет на поверхности продольные царапины, совокупность которых образует продольные гребешки. Продольные царапины и вырывы на трущихся поверхностях образуются и в процессе трения. В этой связи представляет интерес механизм развития пластической деформации в мягком материале, выдавленном в продольную царапину жесткого тела в условиях трения. Каждая царапина имеет более или менее пологий выход на поверхность. На рис. 2 показано стационарное движение жесткого тела, 1, имеющего продольную царапину 2, по пластическому материалу 3. Наклонный участок выхода на поверхность продольной царапины NL играет роль поперечного гребешка, перед которым образуется валик мягкого материала АВ'С. Следовательно, приведенные рассуждения остаются в силе и в случае продольной царапины ограниченной длины. Необходимо только отметить, что в реальных условиях нарастание валика в выемке царапины должно происходить более интенсивно, чем перед гребешком, потому что мягкий материал сжимается еще и боковыми стенками царапины, не получая возможности обтекать кромку NL. В случае с гребешком (рис. 1), если принять его поперечный размер конечным, валик АВ'С имеет возможность деформироваться и в поперечном направлении. Таким образом, наклонные участки выхода на поверхность царапин являются очага-

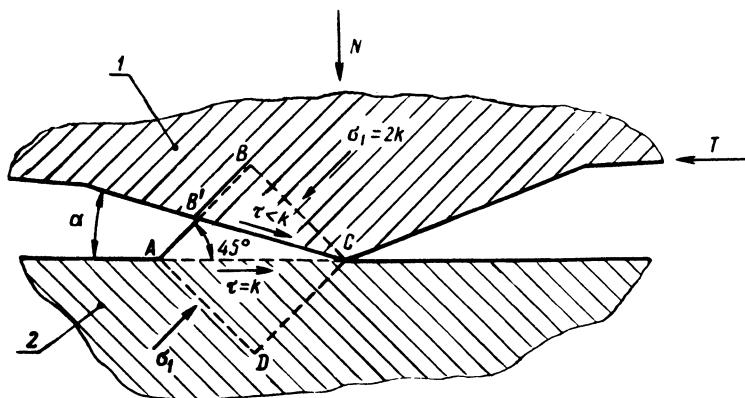


Рис. 1. Стационарное движение жесткого поперечного гребешка по пластическому полупространству.

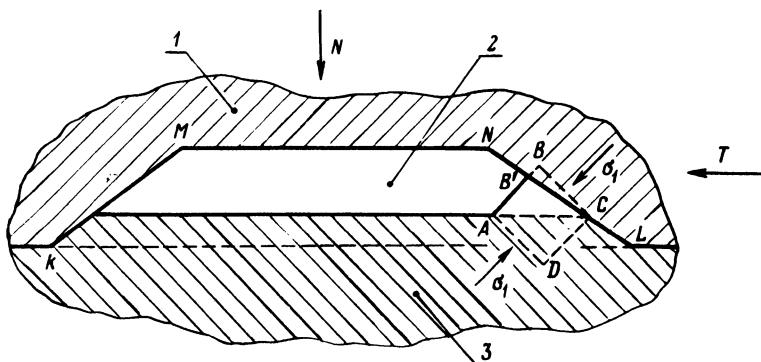


Рис. 2. Стационарное движение жесткого тела, имеющего продольную царапину, по пластическому материалу.

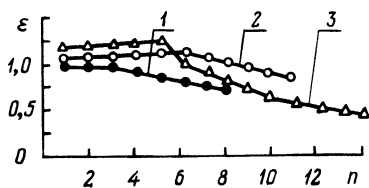


Рис. 3. Распределение линейной деформации  $\epsilon$  по о координатным точкам:

1, 2, 3 — ход штампа 2; 4 и 6 мм соответственно.

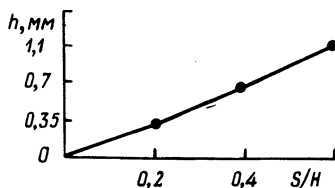


Рис. 4. Зависимость высоты валика  $h$  от относительной величины перемещения плиты ( $S$  — ход плиты, мм;  $H$  — шаг гребешков, мм).

ми концентрации пластической деформации, потенциальными очагами образования нароста. С целью изучения особенностей деформирования на выходной кромке цапаины была изготовлена модель продольной шероховатости, представляющая собой металлическую плиту, на которой конической фрезой был профрезерован ряд параллельных канавок типа KMNL (рис. 2). Плита вдавливалась в свинцовые образцы с нанесенной координатной сеткой и затем перемещалась параллельно контактной поверхности на различную величину. Замерялась линейная деформация  $\epsilon = \frac{l_1}{l_0}$  на участке выхода канавки

на поверхность и высота образовавшегося валика  $h$  в зависимости от перемещения плиты. Результаты приведены на рис. 3 и 4.

На рис. 3 видно, что величина линейной деформации  $\epsilon$  имеет большее значение для координатных точек, близко расположенных к началу наклонного участка (точка С на рис. 2), а по мере удаления от него убывает. Это закономерно, так как пластическая деформация развивается преимущественно на участке АС (рис. 2).

Кривая 1 (рис. 3) соответствует перемещению пластины на 2 мм, кривая 2 — на 4 мм и кривая 3 — на 6 мм. Перепады деформаций в крайних точках наклонного участка валика (кривые 1 и 2, рис. 3) незначительны, что соответствует теоретическим представлениям о зоне прилипания на фактическом контакте гребешка с пластическим телом [1], [2]. При увеличении перемещения пластины до 6 мм (кривая 3, рис. 3) деформация несколько возрастает в начальных точках наклонного участка (за счет близости к очагу деформации АС), затем уменьшается и стремится к выравниванию, что также указывает на наличие зоны прилипания. На рис. 4 показано, что валик АВС (рис. 2) интенсивно увеличивается в размерах с увеличением хода плиты.

Проведенные исследования показывают, что продольные, имеющие вид цапаин, шероховатости способствуют задиробразованию в не меньшей степени, чем близкие по размерам поперечные.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Макушок Е.М. Механика трения. — Минск, 1974.
2. Макушок Е.М., Калининская Т.В., Белый А.В. Массоперенос в процессах трения. — Минск, 1978.