

ВЛИЯНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ И ТОЛЩИНЫ СМАЗОЧНОЙ ПЛЁНКИ НА ВЫСОТУ ОТСКОКА ШАРА ПРИ УДАРЕ

Кайгородов А.С., Бойко Д.А.

Научный руководитель канд. техн. наук Щелканов С.И.

Сибирский федеральный университет

Напряженное состояние на контакте шара с плоскостью зависит от высоты микронеровностей, которые поглощают значительную часть подведённой энергии за счёт микропластических деформаций. Кроме того, значительное влияние оказывают свойства смазочного материала и толщина смазочной плёнки на поверхности контакта. Для установления зависимости высоты отскока шара от толщины смазочной плёнки и шероховатости поверхности использован динамический метод, обоснование которого приведено в работе Крагельского И.В. «Трение и износ».

Испытания динамическим методом проводились на установке, представленной на рис. 1.

На основании 8 крепится опорная платформа 5. В резьбовые отверстия платформы вкручиваются винты 4, на них расположена пластина, на которую помещен образец. Регулированием винтов 4 устанавливается горизонтальность образца и фиксируется контргайками 6.

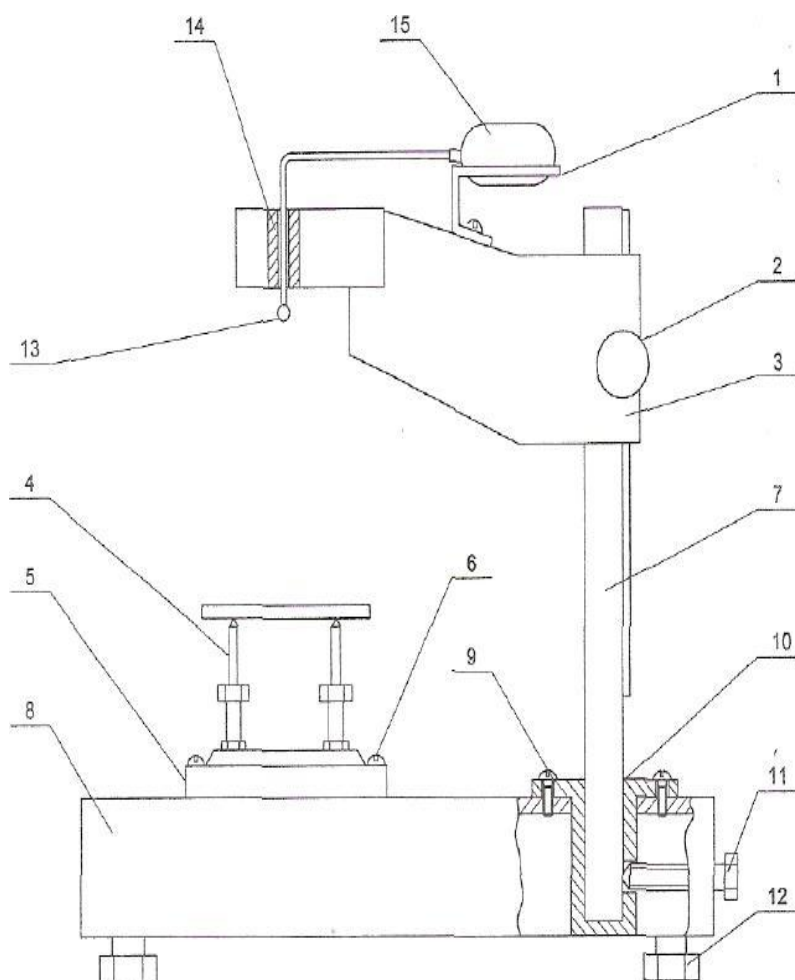


Рисунок 1 – Схема установки для исследования высоты отскока шара

Регулирование высоты сброса шарика 13 осуществляется путем перемещения кронштейна 3 направляющей 7, после установки высоты положение фиксируется винтом 2. С помощью груши 15, шарик удерживается в исходном положении. В качестве образцов выбраны шарик и круглая пластина. Шарик диаметром 8 мм и массой до 0,05 г изготовлен из стали ШХ15 твердостью HRC64.

Контртелом служили круглые пластины, диаметром 80 мм и толщиной 4 мм изготовленные из стали 40X твердостью HRC54, имеющие разную шероховатость. Выбор размеров контактирующих тел был сделан из условия, что масса ударника должна быть много меньше массы ударяемого тела. Образцы имели шероховатость 5 класса, затем подвергались шлифованию до 8 класса, и полированию до 11 класса. Перед испытанием образцы тщательно промывали в бензине Б-70 для снятия грязных пятен и жировых отложений. Затем высушивали, после чего снимали профилограмму на профилографе-профилометре. Шарик 13 сбрасывали с заданной высотой на круглую пластину. Измерение высоты отскока шара после удара проводились с помощью видеокамеры, которую устанавливали следующим образом: образец устанавливается на опорах с помощью уровня напротив шкалы строго горизонтально (рис. 2). Видеокамера устанавливается так, что её ось совпадала с поверхностью пластины, что позволяло более точно определять высоту отскока шара. Число измерений не менее 15. Затем по видеосъёмке определялась высота отскока. Пластины с различной шероховатостью покрывали плёнками смазочного материала с толщинами от 0,1 до 0,8 мкм. В качестве смазочного материала использовали масло ТМ5-18.

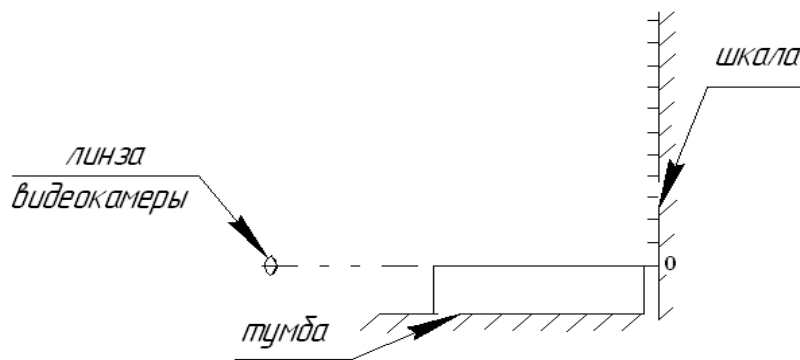


Рисунок 2 – Схема измерения величины отскока шара



Рисунок 3 – Зависимость высоты отскока шара от толщины смазочного слоя при $R_z = \text{const}$

Данные экспериментальных исследований показали, что высота отскока шара при испытаниях на пластине шероховатостью $R_z = 16$ мкм (рис. 3) возрастает с увеличением смазочного слоя в интервале до 0,2–0,5 мкм. Затем происходит плавное снижение величины отскока за счёт адгезионного взаимодействия смазочного слоя между шаром и образцом. На участке увеличения высоты отскока адгезионное взаимодействие проявляется в меньшей степени и, соответственно, возрастает величина отскока. На рис. 4 приведены результаты исследования влияния высоты микронеровностей на высоту отскока шара при постоянной толщине плёнки.

Испытания влияния шероховатости поверхности показали, что с увеличением шероховатости пластины высота отскока шара уменьшается. Это вызвано, по-видимому тем, что при увеличении шероховатости возрастают контактные нагрузки на неровности поверхности сопровождающиеся их смятием.

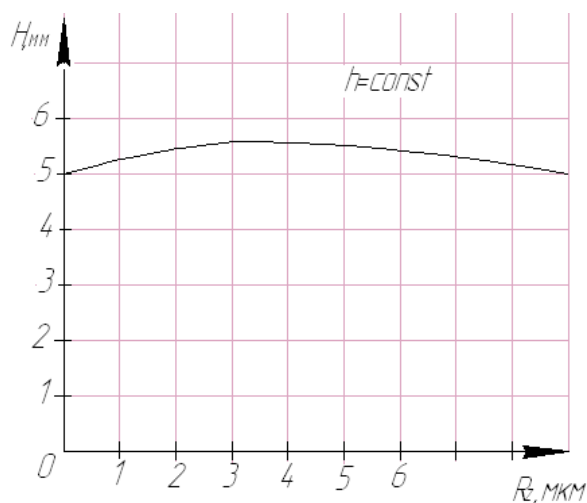


Рисунок 4 – График Зависимость высоты отскока шара от шероховатости поверхности образца

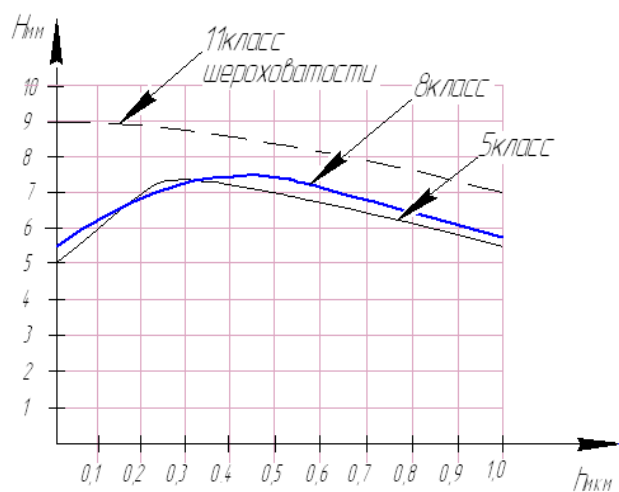


Рисунок 5 – График зависимости величины отскока шара от шероховатости

На рис. 5 приведено сравнение влияния толщины смазочной плёнки на величину отскока шара. Как следует из графика, влияние толщины плёнки для образцов с различной шероховатостью не является однозначным. Так для образцов с высотой микронеровностей $R_z = 0,9$ мкм 11 класса шероховатости при малых толщинах плёнки высота отскока шара изменяется незначительно до толщин порядка 2 мкм. В то время как для образцов 8 класса с микронеровностью $R_z = 1,6$ мкм, величина отскока на этом же участке резко возрастает при этом максимум наблюдается от 0,3 мкм до 0,35 мкм. Ещё большее изменение наблюдается для образцов 5 класса шероховатости с $R_z = 2,3$ мкм. Причём, максимум величины отскока шара смещается в сторону меньших толщин смазки.

Как показали экспериментальные исследования шероховатость поверхности оказывает заметное влияние на потери кинетической энергии при ударе без смазки, что выражается в уменьшении высоты отскока шара.

Толщина смазочного слоя существенно влияет на высоту отскока шара в тем большей степени, чем больше шероховатость поверхности.

При расчете напряжений на контакте необходимо учитывать шероховатость поверхности и толщину смазочной плёнки.