

## СИЛОВЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРИ СВЕРЛЕНИИ СТАЛЕЙ ЭИЗ16, Х25СНЗД и 1Х18Н9Т

А. Г. ДОЛОДАРЕНКО

(Представлена научным семинаром кафедры станков и резания металлов)

Величины сил, возникающих при сверлении жаропрочных и нержавеющей сталей, являются важными характеристиками этого процесса. Точное определение сил резания позволяет выбрать рациональные режимы резания, а также необходимо при конструировании станков, приспособлений и инструментов.

Выявление силовых зависимостей при сверлении литых жаропрочных сталей ЭИЗ16 и Х25СНЗД и катаной кислотоупорной стали 1Х18Н9Т проведено на модернизированном вертикально-сверлильном станке модели 2150 со сверлильным динамометром высокой жесткости. Динамометр имеет пределы измерений: осевого усилия  $P_0$  до 30 кН и крутящего момента  $M_{кр}$  до 250 нм.

Испытания проводились со стандартными быстрорежущими сверлами из стали Р18 диаметром: 8,7; 13,7; 16,5; 19,4; 27,5; и 35 мм. Заточка сверл осуществлялась на универсально-заточном станке модели ЗА64М по двум плоскостям. Во всех случаях углы заточки следующие:  $2\varphi=118^\circ$ ,  $\alpha=15^\circ$  и  $\Psi=50^\circ$ .

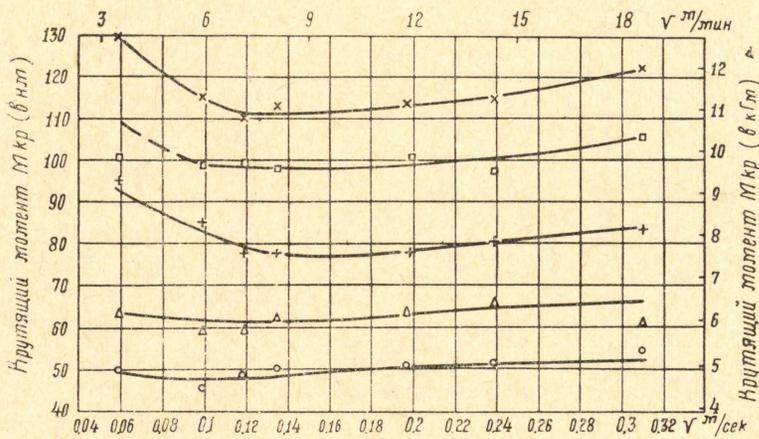
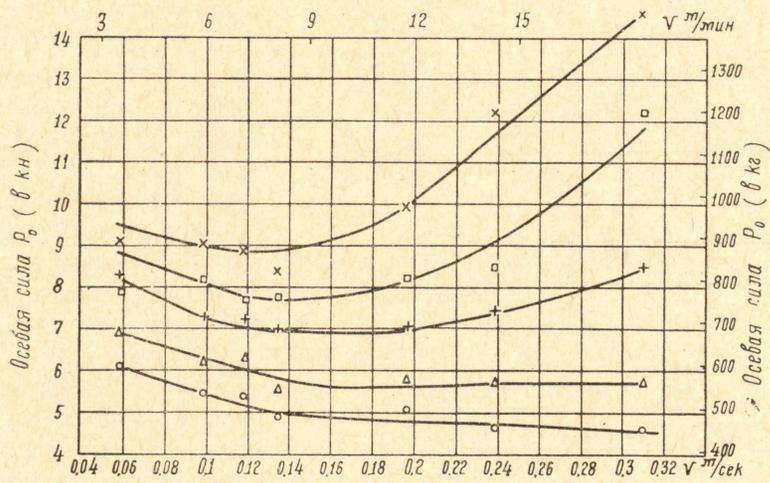
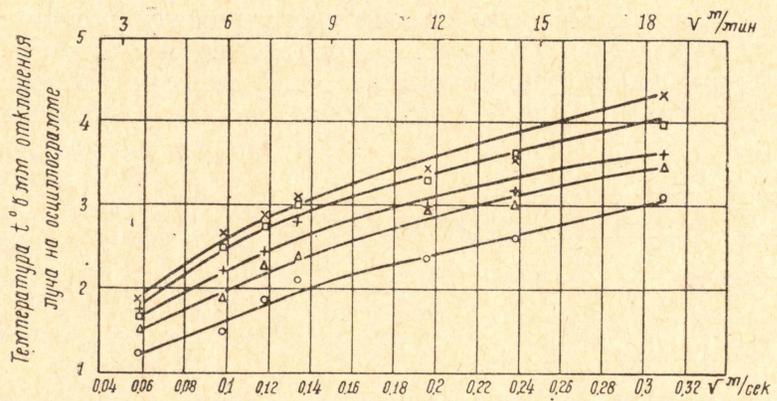
Испытания проводились с охлаждением 5%-ным водным раствором эмульсола. Режимы резания: подача  $S$  от 0,0239 мм/рад до 0,0755 мм/рад, число оборотов  $n$  от 4,34 рад/сек до 34,8 рад/сек.

В ходе опытов фиксировалась средняя температура резания методом естественной термомпары. Все показания сил и температуры записывались на осциллографе МПО-2, а затем расшифровывались при десятикратном увеличении по соответствующим тарифовочным графикам.

Температура на графиках приведена в миллиметрах отклонения луча на пленке осциллографа, так как для выявления общих закономерностей необязательно знать абсолютные значения температуры.

В результате исследований получены зависимости средней температуры резания, осевой силы и крутящего момента от скорости и подачи для каждого диаметра сверла на всех материалах. Для сверл диаметром  $\varnothing 27,5$  мм по стали Х25СНЗД эти зависимости приведены на рис. 1.

Изменение средней температуры резания с увеличением скорости происходит по монотонно возрастающей кривой, причем прирост температуры сначала более значительный, а затем температурная кривая идет более полого. Изменение наклона температурной кривой с увеличением скорости объясняется улучшением теплоотвода за счет повышения теплопроводности материала стружки (с ростом температуры) и за счет большего механического переноса тепла стружкой, как теплоносителем (с ростом скорости схода стружки).



Сталь Х25СНЗД, сверла из стали Р18,  $\varnothing 27,5$  мм, заточка по двит  
плоскостям, охлаждение поливом

○ -  $S = 0,0239$  мм/рад (0,15 мм/об),  $\Delta$  -  $S = 0,0374$  мм/рад (0,235 мм/об)  
+ -  $S = 0,0478$  мм/рад (0,3 мм/об), □ -  $S = 0,0605$  мм/рад (0,38 мм/об)  
x -  $S = 0,0755$  мм/рад (0,475 мм/об)

Рис. 1. Зависимость температуры, осевой силы и крутящего момента от скорости при сверлении литой жаропрочной стали Х25СНЗД

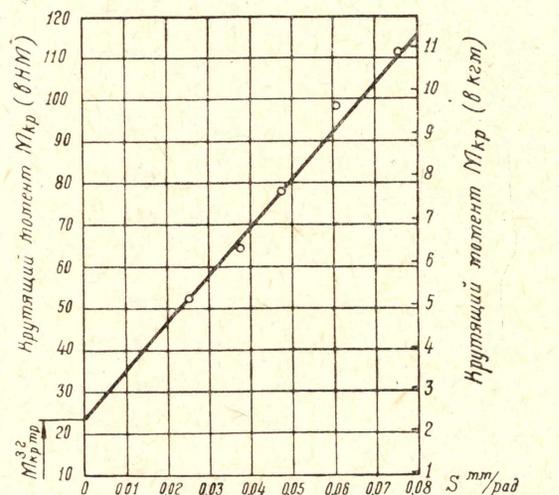
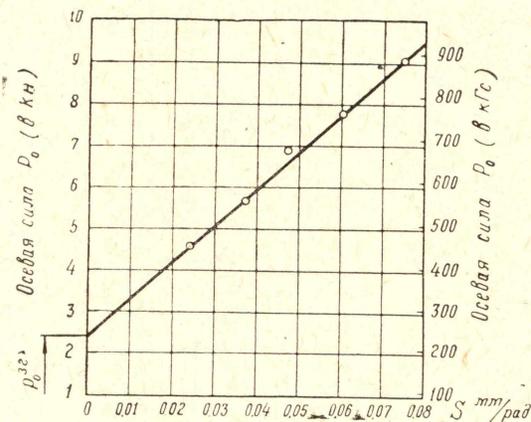
С изменением подачи характер зависимости  $t^{\circ}=f(V)$  не меняется, однако с увеличением подачи кривая располагается выше, что естественно, так как с ростом подачи увеличивается общая работа резания, а следовательно, и ее часть, которая переходит в тепло.

Осевая сила и крутящий момент с изменением скорости резания меняются по вогнутой кривой (рис. 1), что, конечно, определяется изменением геометрии нароста

при данных режимах резания. Минимум зависимостей с увеличением подачи сдвигается влево, это также согласуется с обычными положениями теории резания.

Обработка зависимостей  $P_0=f_1(V)$  и  $M_{кр}=f_2(V)$  позволила выявить влияние подачи на осевую силу и крутящий момент при режимах постоянных температур (рис. 2). Используя метод А. М. Розенберга для нахождения сил на задней грани инструмента, путем экстраполяции на нулевую толщину среза, имеем суммарную нормальную силу на задней грани сверла  $P_0^{3.2}$  и момент трения задних граней при температуре резания, соответствующей 3 мм отклонения луча на осциллограмме.

Для определения доли нагрузки, приходящейся при сверлении на поперечную режущую кромку, были проведены специальные опыты по рассверливанию отверстий, диаметр которых (6,5 мм) равнялся длине поперечной режущей кромки у сверл диаметром 27,5 мм. Испытания показали, что на исследуемых сталях на поперечную режущую кромку приходится до 68% осевой



Сталь X25СНЗД, сверла из ст Р18  $\varnothing$  27,5 мм, заточка по двум плоскостям, охлаждение паливом. Температура соответствует 3 мм отклонения луча

Рис. 2. Зависимость осевой силы и крутящего момента при сверлении стали X25СНЗД от величины подачи при постоянной температуре

силы и до 30% крутящего момента. Такое отношение осевой силы и крутящего момента на поперечной режущей кромке к общей нагрузке на сверле определяется большими отрицательными углами на передней грани поперечной режущей кромки для  $P_0$  и малым радиусом приложения силы для  $M_{кр}$ .

Определение влияния метода заточки на осевую силу и крутящий момент проводилось для заточки по двум плоскостям, для конической заточки (метод Уошборна) и винтовой заточки (на сверлозаточном полуавтомате модели 3658). На величину крутящего момента метод за-

точки влияния не оказал, результаты опытов по всем сталям равноценны. По величине осевого усилия заточки по винтовой поверхности и по двум плоскостям равноценны, а при заточке по конической поверхности осевое усилие на стали Х25СНЗД больше на 45%, а на сталях ЭИ316 и 1Х18Н9Т почти в два раза. Это объясняется тем, что при заточке по винтовой поверхности и по двум плоскостям передние углы на поперечной режущей кромке имеют меньшую отрицательную величину, чем при заточке по конической поверхности, а исследуемые стали весьма склонны к упрочнениям, особенно стали ЭИ316 и 1Х18Н9Т.

Исследование по определению влияния износа сверл на величину силы и крутящего момента показали, что износ по задней грани до 0,4 мм, измеренный на  $\frac{r_x}{R} = 0,6$  и являющийся критическим для сверл диаметром 17,5 мм, практически не влияет на  $P_0$  и  $M_{кр}$ .

Проведенные исследования показали, что основные закономерности динамики, выявленные при сверлении углеродистых сталей и описанные в литературе, подтверждаются и при сверлении исследуемых жаропрочных и нержавеющей сталей на хромоникелевой основе. Материалы по динамике сверления описанных сталей публикуются впервые и представляют интерес для машиностроительных предприятий, связанных с обработкой жаропрочных и нержавеющей сталей.

---