

## О СВЕРЛЕНИИ СТАЛИ ЭИ-316 СВЕРЛАМИ, ОСНАЩЕННЫМИ ПЛАСТИНКАМИ ТВЕРДОГО СПЛАВА

Д. В. КОЖЕВНИКОВ, Ю. В. ЩЕПЕТИЛЬНИКОВ

(Представлена объединенным научным семинаром кафедр станков и резания металлов и технологии машиностроения)

Сталь ЭИ-316 относится к классу жаропрочных сплавов, обработка которых резанием ввиду плохой их теплопроводности, по сравнению с конструкционными сталями, вызывает значительные затруднения.

Несмотря на преимущество твердых сплавов перед быстрорежущими сталями по износостойкости и краскостойкости, твердые сплавы почти не применяются при сверлении стали. Это объясняется более низкой, чем у быстрорежущих сталей их прочностью на изгиб и чувствительностью к термическим напряжениям [1], что ведет к сколам и выкрашиваниям пластин твердого сплава в процессе сверления.

Значительное повышение производительности и стойкости сверл, оснащенных пластинками твердого сплава, при сверлении жаропрочных и нержавеющей сталей можно получить при замене охлаждения поливом внутренним напорным охлаждением [2] и применением новых марок твердых сплавов, имеющих повышенную прочность при изгибе и малую чувствительность к термическим напряжениям.

В лаборатории резания металлов ТПИ было проведено исследование работоспособности сверл, оснащенных пластинками твердого сплава, при сверлении литой жаропрочной стали ЭИ-316, содержащей 0,18% С; 12% Ni; 26% Cr; 0,75% Si; 0,46% Mn. Эксперименты проводились стандартными сверлами  $\varnothing 12$  мм и  $\varnothing 20$  мм, оснащенные пластинками твердого сплава ВК8, а также сверлами  $\varnothing 20$  мм с прокатанными отверстиями и пластинками твердого сплава ВК8 производства Сестрорецкого инструментального завода и сверлами  $\varnothing 12$  мм с пластинками сплава ТТ10К8Б. Для сравнения по производительности были проведены эксперименты сверлами из быстрорежущей стали. Сверла затачивались по двум плоскостям и имели следующую геометрию: угол при вершине  $2\phi = 120^\circ$ , задний угол  $\alpha = 12^\circ$ , перемычка у сверл подтачивалась до длины, равной  $0,09 \div 0,1$  диаметра сверла. Сверление осуществлялось на глубину, равную двум диаметрам для сверл  $\varnothing 20$  мм и трем диаметрам для сверл  $\varnothing 12$  мм. В качестве охлаждающей жидкости применялся 7% раствор эмульсола в воде.

Как известно, на стойкость сверл, оснащенных пластинками твердого сплава, большое влияние оказывает подача. Проведенные исследования показали, что сверла, оснащенные пластинками твердого сплава ТТ10К8Б, в отличие от других сплавов, устойчиво работали с получением фаски нормального износа 0,5 мм по задней грани при

увеличений подачи до 0,09 мм/об. При этом фаска износа 0,5 мм по задней грани соответствовала, как правило, полной утрате режущих свойств сверлом: наблюдалось значительное округление режущих кромок с мелкими выкрашиваниями по всей длине режущих кромок. Попытка продолжать сверление такими сверлами приводила в результате значительного повышения температуры в зоне резания к полному выплавлению припоя (медь). Следует отметить, что наблюдавшиеся иногда в процессе сверления небольшие выкрашивания и отслоения твердого сплава не приводили в дальнейшем к образованию трещин и выкрашиваний пластин, что характерно для твердого сплава ВК8. При сверлении с подачами свыше 0,09 мм/об наблюдалось появление вибраций и даже поломок корпуса сверл в результате возрастания сил резания.

Эксперименты, проведенные стандартными сверлами  $\varnothing 12$  мм с пластинками твердого сплава ВК8 показали, что увеличение подачи свыше 0,057 мм/об приводит к появлению выкрашиваний и отслоений на режущих кромках. Продолжение сверления сверлами, имеющими даже незначительные выкрашивания, приводило обычно к полному разрушению пластин твердого сплава. Для твердого сплава ВК8 предельным износом следует считать фаску износа по задней поверхности 0,3÷0,4 мм. При большей величине износа, даже при сверлении с подачами меньше 0,057 мм/об наблюдалось появление выкрашиваний твердого сплава.

Анализ замеров износа показал, что твердый сплав ВК8 при большей склонности к хрупкому разрушению обладает большей износостойкостью, чем сплав ТТ10К8Б. Этим объясняется большая стойкость стандартных сверл с пластинками ВК8 по сравнению со сверлами с пластинками ТТ10К8Б при сверлении с малыми подачами и скоростями резания (рис. 1а, с). На повышенных скоростях резания по стойкости лучше показывает себя твердый сплав ТТ10К8Б, что объясняется меньшей чувствительностью сплава ТТ10К8Б к термическим напряжениям и большей его прочностью на изгиб [1]. Сравнение по производительности, приведенное на рис. 2а показывает, что сверла, оснащенные пластинками твердого сплава, имеют преимущество перед быстрорежущими сверлами только на повышенных скоростях резания. Однако на высоких скоростях резания мала стойкость сверл ввиду малоэффективности охлаждения поливом. Охлаждающая жидкость при этом практически не достигает зоны резания из-за больших скоростей сходящей стружки и интенсивного парообразования при контакте ее с нагретыми частями сверла. Это обстоятельство ведет к значительному увеличению температуры в зоне резания, а, следовательно, и к интенсивному адгезионному и диффузионному износу и увеличению термических напряжений в пластине твердого сплава.

Указанные выше отрицательные явления удастся устранить при подаче охлаждающей жидкости через внутренние каналы сверла непосредственно в зону резания. В этом случае сверление даже на высоких скоростях резания и предельных для твердого сплава подачах протекает стабильно без выкрашиваний. Так, при проведении экспериментов в большом диапазоне скоростей резания с подачей 0,1 мм/об. (рис. 3) сверлами  $\varnothing 20$  мм с отверстиями для охлаждения, оснащенными твердым сплавом ВК8, при подводе охлаждающей жидкости в зону резания под давлением 30 кг/см<sup>2</sup> выкрашивания и отслоения твердого сплава на режущих кромках отсутствовали даже при фаске износа по задней грани 0,5÷0,6 мм. Это объясняется, по-видимому, отсутствием адгезионного износа в результате значительного снижения температуры на контактных поверхностях при внутреннем напорном охлаждении. Стружкоотделение при данном методе подвода охлажде-

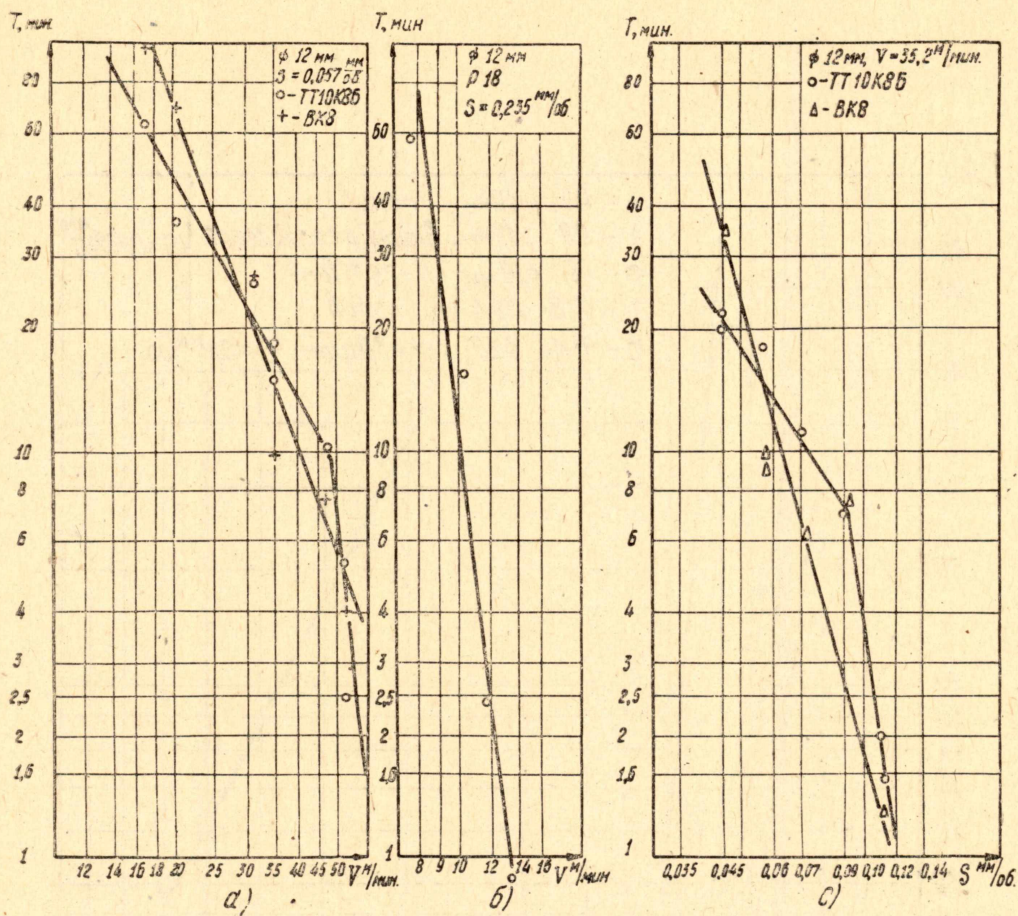


Рис. 1. Зависимость стойкости быстрорежущих и твердосплавных сверл от скорости резания

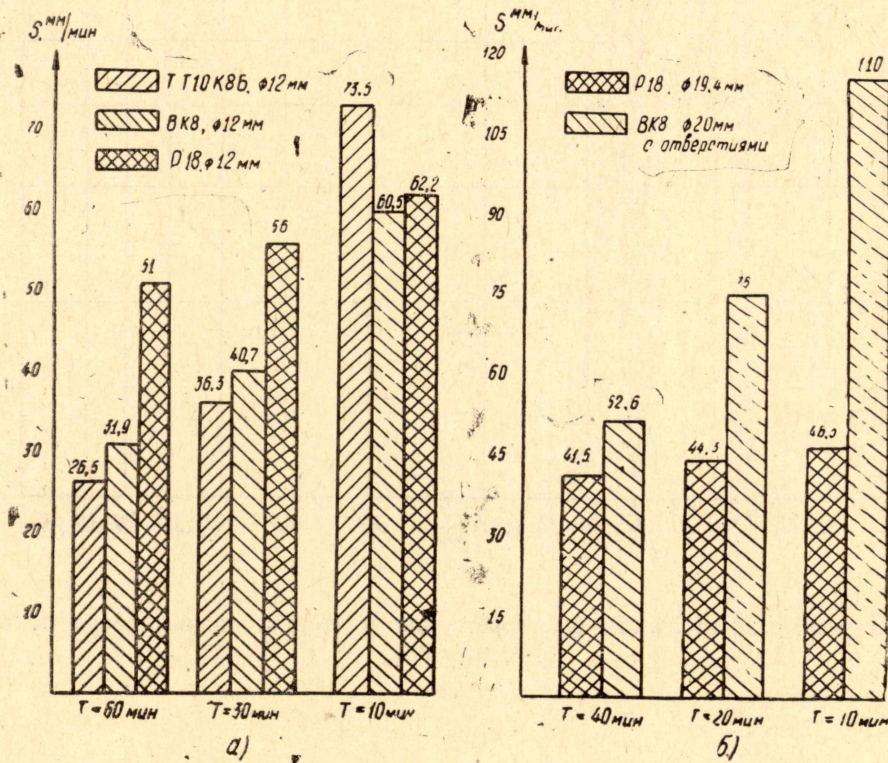


Рис. 2. Производительность процесса сверления быстрорежущих и твердосплавных сверл при разной стойкости

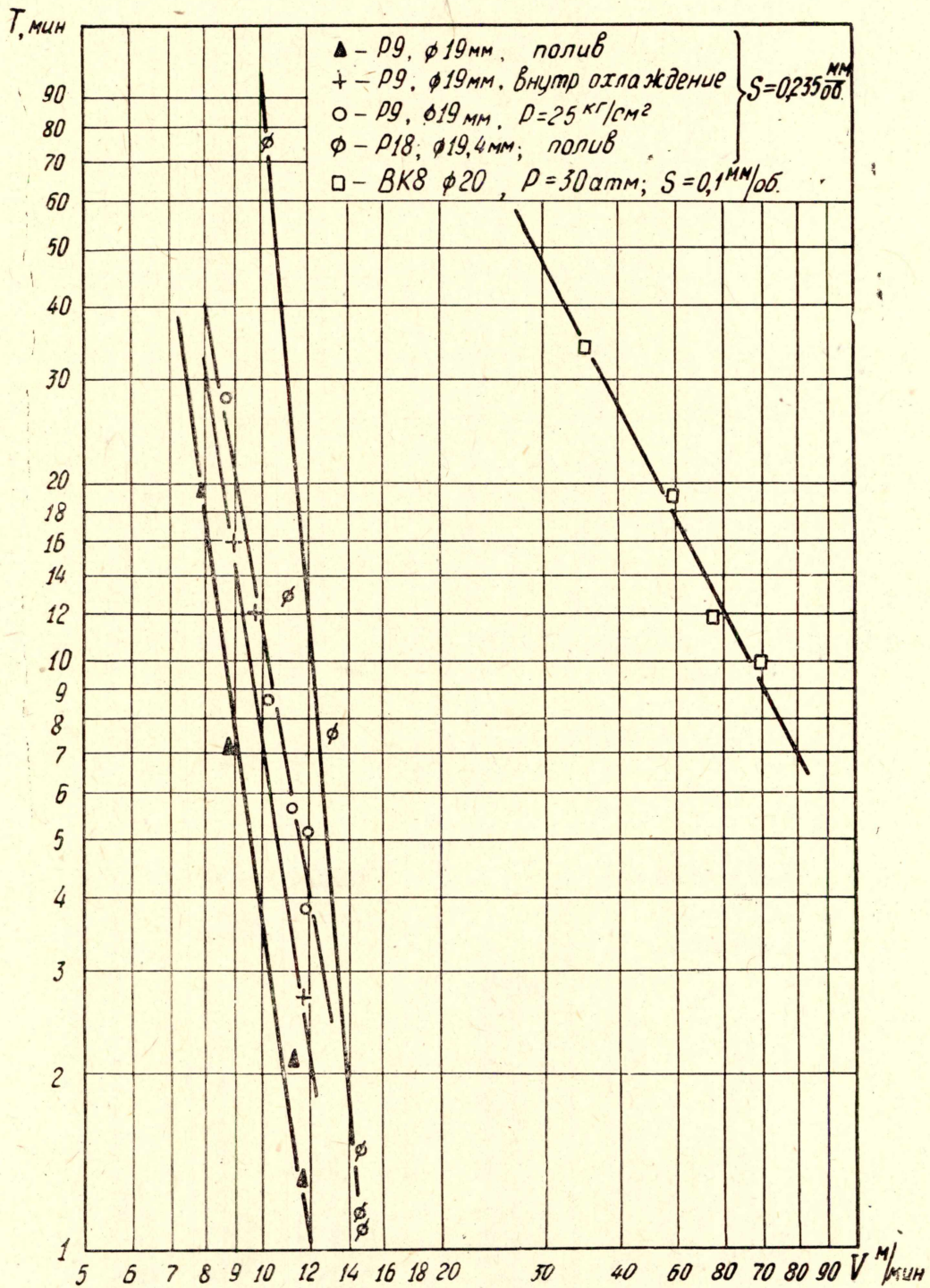


Рис. 3. Зависимость стойкости быстрорежущих и твердосплавных сверл от скорости резания

ния проходило более свободно, чем при охлаждении поливом, вибрации и пакетирование стружки в канавках сверла отсутствовали. В результате этого эксперименты этими сверлами показали увеличение производительности по сравнению со сверлами из быстрорежущих сталей Р18 и Р9 в 2÷2,5 раза (рис. 2б и рис. 3). Сверление же стандартными сверлами  $\varnothing 20$  мм с пластинками ВК8 при тех же режимах резания, но при охлаждении поливом протекает очень нестабильно из-за выкрашиваний пластин твердого сплава после первых же отверстий.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что для производительного сверления жаропрочных сталей типа ЭИ-316 следует применять более прочные на изгиб твердые сплавы ТТ10К8Б и высоконапорное внутреннее охлаждение.

Применение стандартных сверл, оснащенных пластинками твердого сплава, для сверления жаропрочных сталей при охлаждении поливом нецелесообразно.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Г. С. Креймер. Прочность твердых сплавов. Металлургия, 1966.
  2. High duty twist drills. «Tooling», 15, № 18, 1961.
-