

М. Г. ФАГРАДЯН

КОМБИНИРОВАННОЕ СВЕРЛО ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ БОЛЬШИХ ДИАМЕТРОВ

Одной из основных причин, ограничивающих применение больших подач и скоростей резания при сверлении отверстий больших диаметров (больше 50 мм), является возникновение значительных осевых сил со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Подача при сверлении устанавливается в зависимости от критической силы и крутящего момента, действующих на сверло, которые имеют вид:

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 EJ}{l^3} \quad M_{крит} = \frac{2\pi EJ}{l^2} \quad (1)$$

Действительные силы резания должны быть меньше критической осевой силы и крутящего момента

$$P_0 < P_{кр} \quad M_{кр} < M_{крит} \quad (2)$$

Величины осевой силы и крутящего момента при сверлении отверстий определенного диаметра в зависимости от подачи при прочих постоянных параметрах можно представить как

$$P_0 = C_p S^{y_1} \quad M_{кр} = C_m S^{y_2} \quad (3)$$

Допускаемой подачей, обеспечивающей устойчивую работу сверла, будет ее минимальное значение, полученное из уравнения (1) и (3)

$$S < \sqrt[3]{\frac{\pi^2 EJ}{C_p l^3}} \quad S < \sqrt[3]{\frac{2\pi EJ}{C_m l^2}} \quad (4)$$

Подачи, определенные из выражений (4), всегда больше подач, установленных по известной эмпирической формуле $s = cd^{0,8}$ т. е. используется лишь часть возможности с точки зрения продольной и крутильной устойчивости сверла.

Анализ действующих сил при сверлении отверстий различных диаметров при постоянстве других параметров резания показывает, что изменение осевой силы и крутящего момента не является результатом чисто геометрического изменения сечения срезаемого слоя, а обусловливается сложной деформацией стружки в стесненных условиях.

На величину сил резания большое влияние оказывает отношение

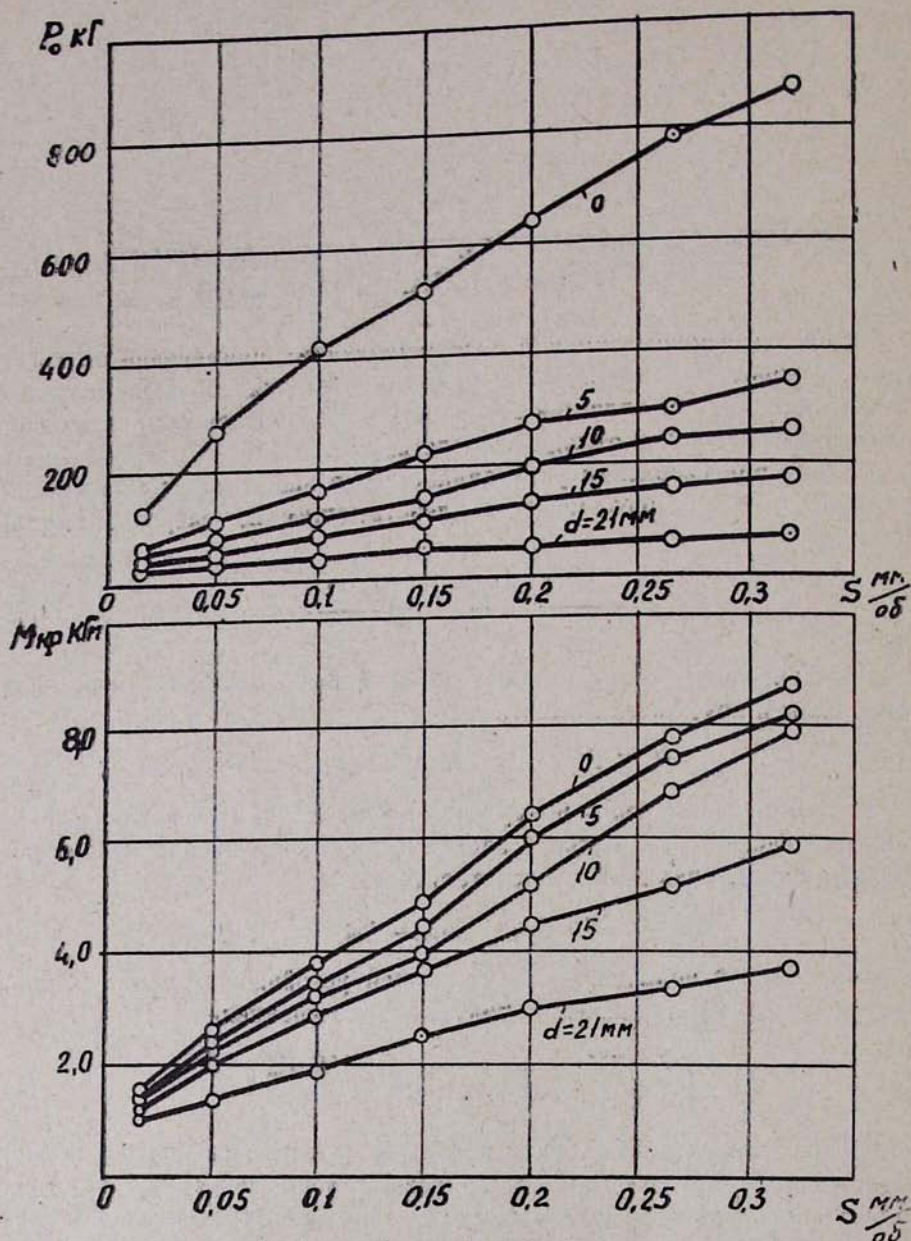


Рис. 1. Влияние подачи и диаметра рассверливаемого отверстия на осевую силу и крутящий момент при обработке сталей 45 (сверло $d = 26 \text{ мм}$, Р6М3, $v = 16,3 \text{ м/мин}$).

диаметра сверла к длине перемычки, которое, исходя из конструктивных соображений, берется в пределах $(0,13—0,25) d$.

Последнее является причиной непостоянства передних углов в соответствующих точках режущих кромок сверл разных диаметров.

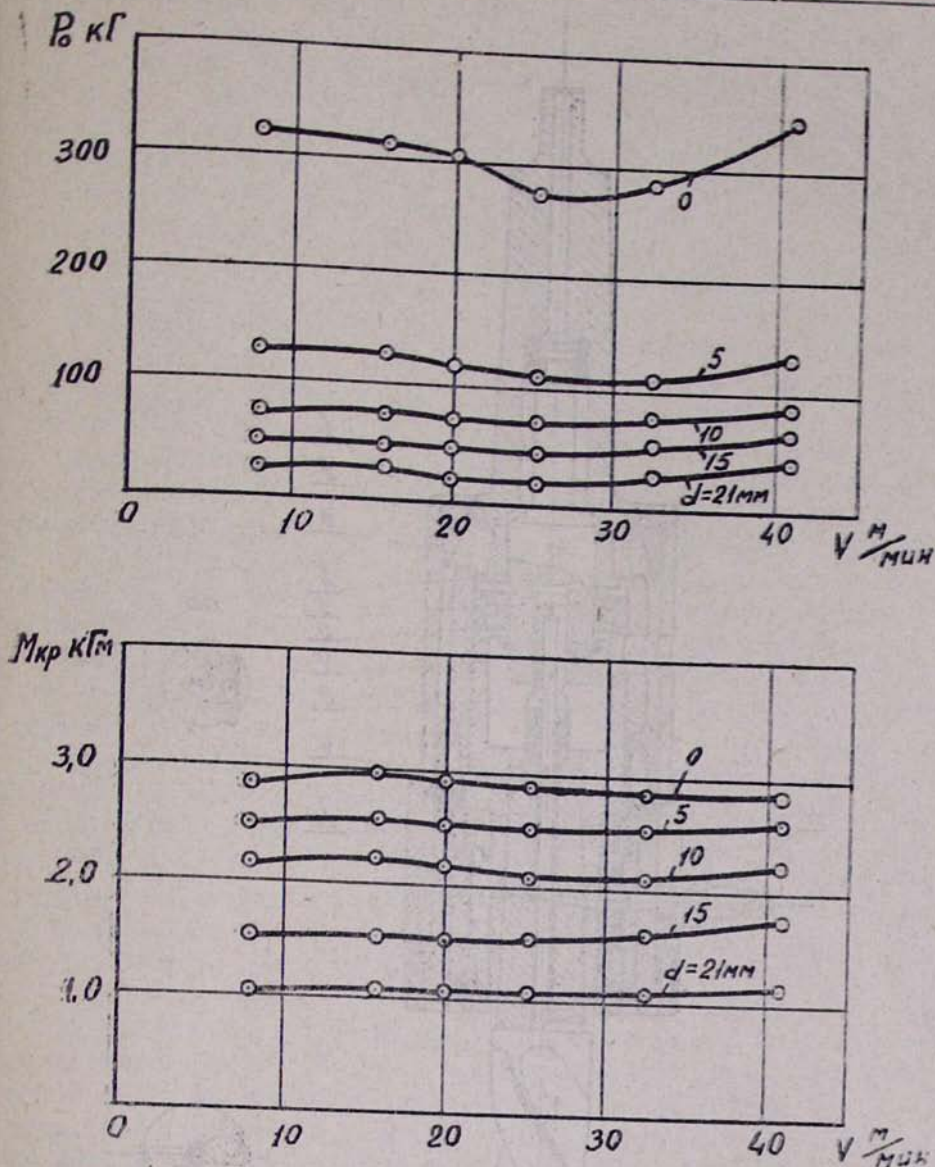


Рис. 2. Влияние скорости и диаметра рассверливаемого отверстия на осевую силу и крутящий момент при обработке стали 45 (сверло $d = 26$ мм, Р6М3, $S = 0,1$ мм/об).

Рассверливание отверстий разных диаметров показывает, что отдельные участки режущих кромок сверла неодинаково нагружены при увеличении подачи (рис. 1). Исключение перемычки из процесса резания уменьшает осевую силу на 60% при всех подачах. Дальнейшее исключение участков режущих кромок с процесса резания сравнительно мало изменяет осевую силу, в то время как крутящий момент уменьшается значительно.

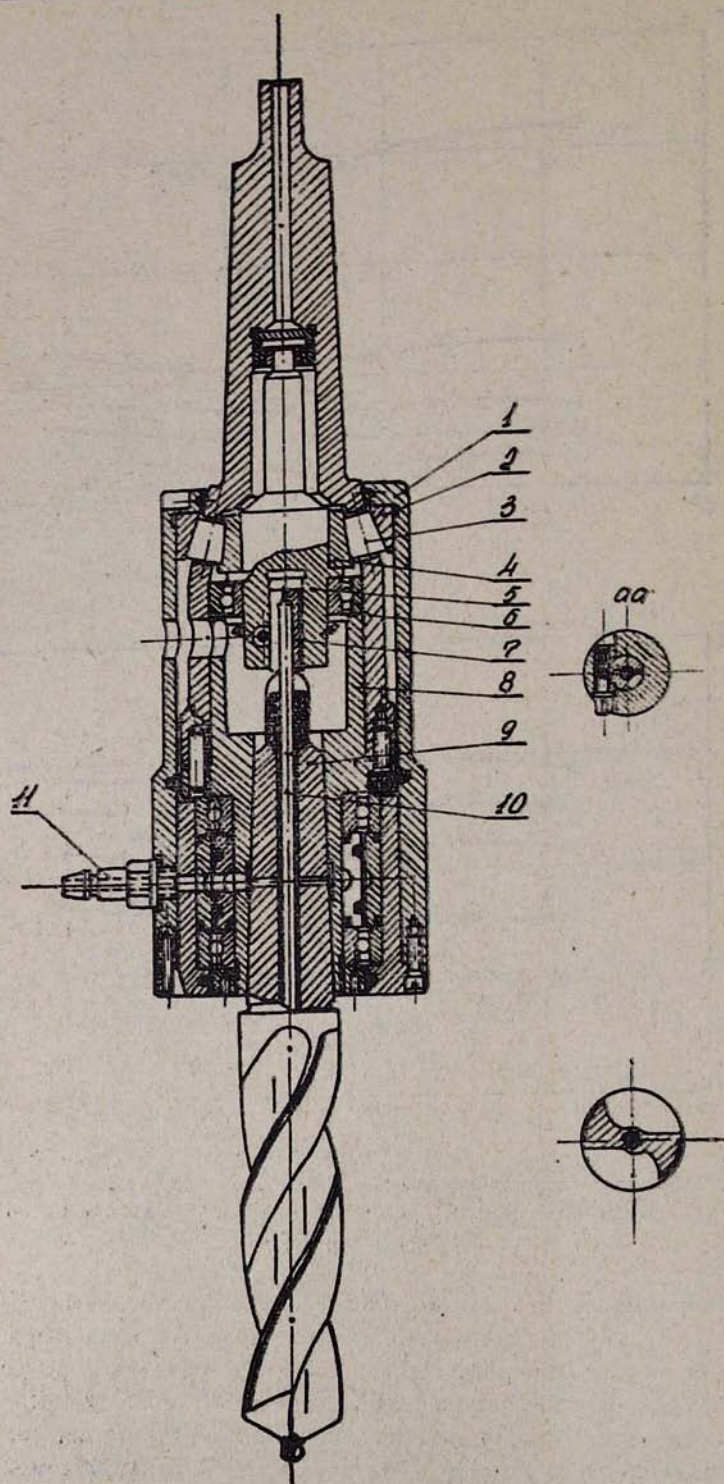


Рис. 3. Общий вид комбинированного сверла.

Влияние скорости резания на осевую силу и крутящий момент при рассверливании отверстий разных диаметров, представленных на рис. 2, показывает, что исключение перемычки при сверлении резко меняет характер распределения осевой силы. Что же касается крутящего момента, то его закономерность фактически не меняется. Малое влияние перемычки на крутящий момент обуславливает незначительное изменение крутящего момента от изменения сил действующих на перемычку. Как видно из графиков, небольшое изменение претерпевают также силы, действующие на главные режущие кромки с изменением переднего угла из-за нароста.

С целью улучшения геометрии перемычки предлагают разнообразные подточки, которые в некоторой степени уменьшают осевую силу и удельное усилие на перемычке. Все виды подточек принципиально не решают задачу, поскольку они уменьшают лишь отрицательные углы.

Из приведенного нетрудно заметить, что при сверлении и рассверливании отверстий сумма осевых сил и сумма крутящих моментов всегда меньше осевой силы и крутящего момента однократного сверления сплошного отверстия. При установлении оптимальных режимов резания для сверления и рассверливания отверстий можно значительно уменьшить суммарную осевую силу и суммарный крутящий момент.

С этой целью сконструирована сверлильная головка, которая позволяет одновременно сверлить и рассверливать отверстие, имея на каждом сверле разные параметры резания.

Головка представляет собой небольшой фрикционный редуктор, конструкция и принцип работы которой заключается в следующем.

Головка с помощью конического хвостовика закрепляется в шпинделе сверлильного станка (рис. 3). В корпусе 1 головки запрессовано наружное кольцо конического роликоподшипника 2. К сепаратору 7 винтами крепится втулка с коническим отверстием 8, в которое устанавливается сверло 9 с центральным отверстием.

Сепаратор изготовлен цельным с хвостовиком головки.

В центральном отверстии сверла ходовой посадкой устанавливается хвостовик центрального сверла 10, диаметр головки которой больше длины перемычки большого сверла. При вращении сепаратора (корпус головки не вращается и получает только подачу) ролики 3 катятся по конической поверхности наружного кольца и передают быстрое вращательное движение внутреннему кольцу 4, которое запрессовано на валике 6. С помощью разрезной зажимной втулки 5 хвостовик центрального сверла крепится к валу. Соотношение диаметров колец и роликов выбрано так, чтобы оба сверла имели одинаковую скорость на периферии. При этом подачу центрального сверла можно определить как

$$S = S_0 \frac{n_1}{n_2},$$

где S_0 — подача большого сверла, n_1 , n_2 — соответственно число оборотов большого и центрального сверла.

Стружка, образованная центральным сверлом, дробится с частотой равной передаточному отношению, и попадает в стружкоотводящие канавки большого сверла.

Необходимая сила между роликами и кольцами обеспечивается осевой силой центрального сверла.

В головке предусмотрена система внутреннего охлаждения. Охлаждающая жидкость через штуцер 11 попадает в полость между сальниками, а оттуда через отверстие во втулку 8 и сверло. В посадочной части центрального отверстия сделана винтовая канавка, откуда жидкость попадает в зону резания. Большое давление (до 10 атм) помогает удалению дробленой стружки из зоны резания.

