

3. Параметр шероховатости Ra обработанной поверхности выдерживался в пределах 1,2...2,3 мкм.

4. Расстояние от зоны резания до торца патрона станка сохранялось постоянным.

5. Каждый опыт проводился трижды.

На основании полученных данных было выведено уравнение регрессии, представляющее собой полином второй степени в кодированном виде, который всесторонне статически анализировался. С помощью критерия Кохрена установлено, что гипотеза об однородности дисперсии для выбранного уровня значимости (0,04) справедлива. Проверка гипотезы о значимости коэффициентов полученного уравнения проводилась по критерию Стьюдента. С помощью критерия Фишера установлено, что полученная математическая модель адекватно отражает результаты эксперимента. Исключив слагаемые с незначимыми коэффициентами из полученного уравнения регрессии и переведя кодовые значения факторов в натуральные путем декодирования, было получено следующее уравнение в натуральных переменных:

$$\alpha_3 = -52,12 + 1,363v + 7,544s + 20,02t + 2,872\varphi_v + 2,269\beta_v - 0,108\varphi_v\beta_v - 0,197v^2 - 5,547s^2 - 14,2t^2 + 0,03\beta_v^2.$$

На рис. 2 представлены графики зависимости заднего угла заточки от исследуемых параметров. Анализ графиков показывает, что изменение скорости обработки и подачи влияет на величину заднего угла заточки незначительно. Больше влияние оказывают глубина резания и особенно углы установки инструмента. С увеличением их задний угол заточки необходимо увеличивать.

Предлагаемое выражение позволяет легко и с достаточной точностью определить для различных комбинаций режимов обработки и углов установки расточного ротационного инструмента величину заднего угла заточки. Передний угол заточки следует назначать из условия необходимой и достаточной прочности режущего лезвия: $\gamma_3 = \alpha_3 + (2...5^\circ)$.

УДК 621.951:621.762.8

Е.Э.ФЕЛЬДШТЕЙН, канд. техн. наук,
В.М.СЛЫШ (БПИ)

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ ПРИ СВЕРЛЕНИИ ПОРОШКОВОГО МАТЕРИАЛА ЖГр2

Ниже излагаются результаты исследований по определению интенсивности износа спиральных сверл при сверлении порошкового материала ЖГр2. Определялась зависимость интенсивности износа и разбивки отверстия от скорости сверления, подачи, технологического метода изготовления сверл, инструментального материала, метода крепления сверл, величины вылета сверла и наличия СОЖ.

Испытывались сверла (ГОСТ 10902–78 и 966–78) диаметром 5 мм, имевшие вылет соответственно 10 и 20d на вертикально-сверлильном станке 2Б125 с бесступенчатым регулированием частоты вращения шпинделя. Станок обеспечивает частоту вращения шпинделя 170...1870 об/мин и подачу 0,104...0,837 мм/об. Указанные параметры не позволяют производить исследования сверлами малых диаметров. Для расширения технологических возможностей станка 2Б125 была произведена его модернизация. Для привода главного движения был установлен двухскоростной асинхронный двигатель 4А100S4/2У3 с частотой вращения 1440 и 2820 об/мин. Наличие такого двигателя, клиноременного вариатора и трехступенчатой зубчатой передачи (рис. 1) обеспечивает частоту вращения шпинделя станка 2Б125 в пределах от 165 до 4400 об/мин. Для контроля и регулирования частоты вращения шпинделя на станке установлен цифровой автоматический тахометр ЦАТ-3М.

Привод механизма подачи для более гибкого регулирования выполнен независимым от привода шпинделя. Установлен двигатель постоянного тока МИ-32У4 (максимальная частота вращения выходного вала 3000 об/мин и

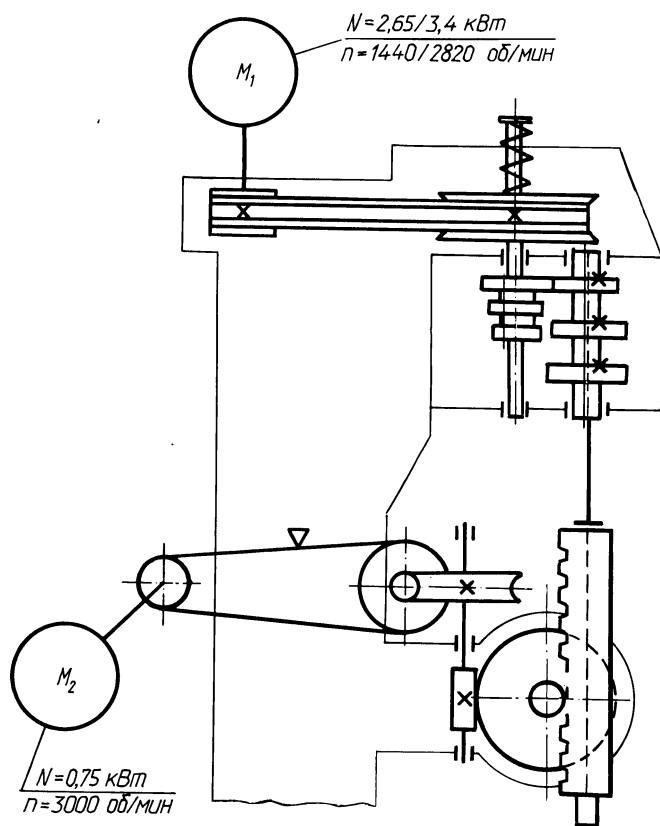


Рис. 1. Кинематическая схема вертикально-сверлильного станка 2Б125 после модернизации

мощность 0,75 кВт) с клиноременной передачей и червячным редуктором (см. рис. 1). Для питания двигателя постоянного тока и регулирования частоты его вращения собрана электрическая схема, состоящая из лабораторного автотрансформатора, выпрямителя и реостата. Регулирование скорости двигателя осуществлялось за счет изменения питающего напряжения и тока в цепи якоря или обмотки возбуждения. Таким образом обеспечивалось плавное регулирование частоты вращения двигателя в пределах 300...3000 об/мин и подач — 25...250 м/мин. Для сверл диаметром 5 мм это обеспечило выбор любых подач в пределах 0,02...0,34 мм/об. Для контроля и регулирования подач на входном валу червячного радиуса установлен тахометр ЦАТ-3М.

Значения подач рассчитывались по формуле

$$s = n_n l / (i_{м.п} i_ч n_{ш}),$$

где s — подача, мм/об; n_n — частота вращения входного вала червячного редуктора механизма подач, об/мин; l — ход шпинделя за один оборот приводной шестерни, мм/об; $i_{м.п}$ — передаточное число червячного механизма подач; $i_ч$ — передаточное число установленного червячного редуктора; $n_{ш}$ — частота вращения шпинделя, об/мин.

Образцы из порошкового материала ЖГр2 имеют твердость 900...1000 МПа, пористость 10...12 % и структуру перлит + феррит + раздробленная сетка цемента.

Интенсивность износа вычислялась по формуле

$$I = h / \tau,$$

где I — интенсивность износа, мм/мин; h — величина износа, мм; τ — время работы сверла до наступления износа, мм.

Износ сверл и размеры просверленных отверстий для вычисления разбивки последних определялись с помощью инструментального микроскопа. Износ фиксировался по уголкам, задней поверхности и у перемычки сверла. На основании научных и нормативных рекомендаций предельно допустимый износ принят равным 0,08д. Эксперименты повторялись трижды.

Ожидаемый уровень стойкости сверл оценивался по формуле

$$\tilde{T} = ([h] - h_{пр}) / I,$$

где $[h]$ — максимальная величина износа, мм; $h_{пр}$ — износ за время приработки 0,05 мм.

При оценке сверл из различных инструментальных материалов установлено, что целесообразнее использовать сталь Р6АМ5, хотя она и уступает твердому сплаву (рис. 2). Указанное обстоятельство соответствует мнению о по-

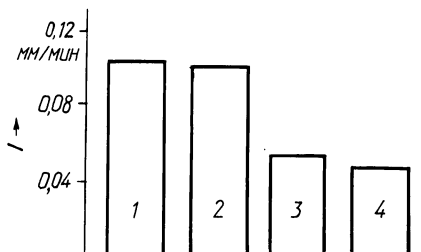


Рис. 2. Интенсивность износа сверл из различных материалов по уголкам: 1 — Р6М3; 2 — Р6М5; 3 — Р6АМ5; 4 — ВК8

вышенных эксплуатационных свойствах инструментов из сталей, легированных азотом. Сверла из сталей Р6М3 изнашиваются более интенсивно и использование их при сверлении порошкового материала ЖГр2 нецелесообразно.

В настоящее время распространены три технологических метода образования канавок сверл: фрезерование, продольно-винтовая прокатка и шлифование. Шлифованные сверла в 1,5–3 раза дороже, чем фрезерованные и катаные. При сверлении порошкового материала ЖГр2 преимущества шлифованных сверл не зафиксированы, что вызвано особенностями микроструктуры и наличием пор.

Сравнение методов крепления сверла (в трехкулачковом патроне и цанге) выявило преимущество цангового зажима, что объясняется лучшим центрированием сверла и вследствие этого уменьшением неравномерности радиальных сил и биения. Использование СОЖ повышает износостойкость сверл из быстрорежущих сталей в 1,5 раза, а твердосплавных – в 2.

При сверлении порошкового материала ЖГр2 с подачей 0,10 мм/об и различными скоростями наблюдается резкое снижение стойкости при скоростях свыше 25 м/мин для сверл из быстрорежущей стали Р6АМ5 и при скоростях свыше 40 м/мин – для сверл из твердого сплава ВК8 (рис. 3). Особенно интенсивно протекает изнашивание при отсутствии СОЖ.

Ожидаемый уровень стойкости сверл определялся по приведенной выше формуле. Полученные данные позволяют определить влияние скорости резания и подачи на стойкость сверл (рис. 3, 4).

При сверлении порошковых материалов на основе железа сверлами из быстрорежущих сталей последние изнашиваются преимущественно по задним поверхностям. Характер износа достаточно стабильный, площадка его равномерно увеличивается от центра к периферии сверла, более резко – вблизи уголков и несколько – в зоне перемычки. Предельно допустимый износ по задней поверхности равен 0,06d (мм). При дальнейшем износе происходит скругление уголков и сверло теряет работоспособность. При работе твердо-

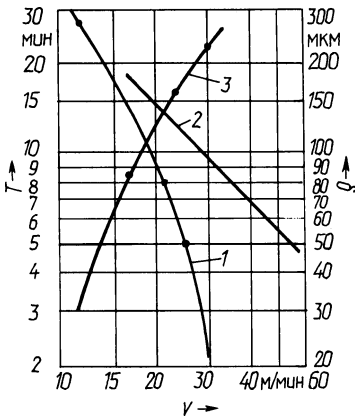


Рис. 3. Предполагаемое влияние скорости на стойкость сверл (1 – Р6АМ5; 2 – ВК8) и разбивку отверстия (3)

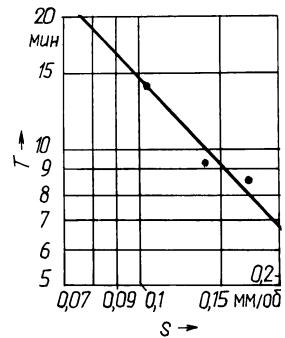


Рис. 4. Предполагаемое влияние подачи на стойкость сверл

сплавными сверлами наибольший износ наблюдается в зоне перемычки, тогда как на задних поверхностях он невелик.

Результаты выполненных исследований позволяют считать, что при сверлении отверстий диаметром 5 мм в порошковом материале ЖГр2 погрешности размеров равняются 13...14 квалитетам точности. Увеличение вылета сверла увеличивает разбивку отверстия на 15...20 %. При сверлении отверстий повышенной точности или под последующую обработку предельно допустимый износ следует уменьшить на 25–30 %, поскольку, как показали исследования, при больших износах увеличивается разбивка отверстия.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что наиболее целесообразным инструментальным материалом для сверления отверстий в порошковом материале ЖГр2 является быстрорежущая сталь Р6АМ5, а оптимальные режимы сверления находятся в пределах: скорость 20...35 м/мин, подача 0,06...0,20 мм/об.

В качестве предельно допустимых величин износа следует принимать для сверл из быстрорежущей стали: ширину площадки износа по задней поверхности $h_z = 0,06d$ мм (при черновой обработке), $h_z = 0,04...0,045d$ мм (в случае необходимой последующей обработки); для сверл из твердого сплава — величину износа перемычки $h_{п1} = 0,08d$ мм.

УДК 621.9.06

П.И.ЯЩЕРИЦЫН, акад. (АН БССР),
М.Т.ЗАБАВСКИЙ, канд. техн. наук,
Л.М.КОЖУРО, канд. техн. наук (БИМСХ)

РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ФЕРРОМАГНИТНОГО ПОКРЫТИЯ АЛМАЗНЫХ ЗЕРЕН, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ИХ ОРИЕНТАЦИЮ В ПОСТОЯННОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Экспериментальные исследования показали, что интенсивность тепловыделения в зоне резания можно уменьшить, создав оптимальные условия резания для каждого из зерен путем их предварительной металлизации и последующей ориентации при изготовлении шлифовальных кругов. Целью настоящей работы было установление минимальной толщины металлизированного слоя зерен, обеспечивающего их ориентацию в постоянном магнитном поле.

Рассмотрим частицу (алмазное зерно), находящуюся под действием внешнего поля H . Для теоретического расчета примем допущение, что частица имеет форму полого цилиндра. В сильном магнитном поле этот цилиндр будет стремиться повернуться так, чтобы вектор его намагниченности I совпал с направлением магнитного поля. Такому повороту препятствует механический момент, обусловленный внутренним трением немагнитной среды (связки), в которую помещена частица. Вследствие наличия силы сцепления связки частица установится под некоторым малым углом к направлению действия магнитного поля (рис. 1). При этом наступает равенство моментов механического $M_{\text{мех}}$ и магнитного $M_{\text{магн}}$ полей: