

Наиболее устойчивое повышение стойкости во всем диапазоне скоростей ($v = 0,25 - 0,63$ м/с) по сравнению с контрольными фрезами наблюдается в 5-м варианте азотирования (см.рис. 2). Здесь во всем диапазоне скоростей наблюдается повышение стойкости в 2-2,5 раза.

УДК 621.95.025

Е.Н.Воронов

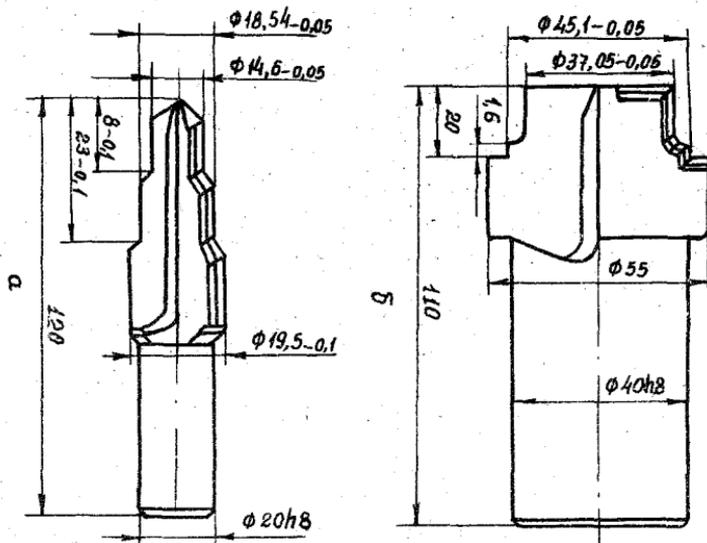
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МНОГОЛЕЗВИЙНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ СТУПЕНЧАТЫХ ОТВЕРСТИЙ В ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЯХ

При обработке деталей гидроавтоматики предъявляются повышенные требования к точности размеров, геометрической формы деталей и качеству обработанных поверхностей. В этих условиях роль многолезвийных комбинированных инструментов на предприятиях все более возрастает, так как их применение позволяет повысить производительность труда при одновременном повышении качества и точности обработанных отверстий.

Однако предприятия испытывают значительные трудности при использовании многолезвийных комбинированных инструментов. Эти трудности определяются, в первую очередь, отсутствием стандартов и нормативов на многолезвийные комбинированные инструменты, в связи с чем возрастает номенклатура применяемых инструментов, повышается сложность и трудоемкость их изготовления. Отсутствие нормативов по режимам резания при использовании многолезвийных комбинированных инструментов снижает их эксплуатационные качества, что в конечном счете приводит к снижению стойкости и увеличению расхода инструментов.

Анализ производственного опыта на одном из предприятий показал, что из всего многообразия изготавливаемых инструментов большую часть составляют многолезвийные комбинированные инструменты, номенклатура которых содержит свыше тысячи наименований. При этом только перовых сверл для обработки высокопрочных сталей насчитывается свыше 500 разновидностей.

В данной работе рассматривалась группа сверл, применяемых только при обработке распространенной на предприятии высокопрочной стали 30ХГСА. На основе проведенной классификации эта группа сверл была разбита на шесть подгрупп в зависимости от сложности формы рабочей части. Для исследования были отобраны по два представителя от каждой подгруппы, сочетающие в себе наиболее характерные параметры режущей части других представителей. Некоторые из них показаны на рис. 1. Характерной особенностью многолезвийных комбиниро-



Р и с. 1. Типы перовых сверл: а) трехступенчатое с фасками и заборным конусом; б) прямое многоступенчатое

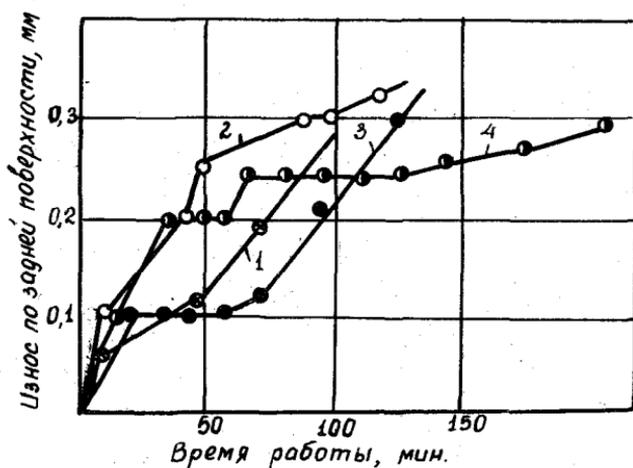
ванных инструментов является то, что в работе принимает участие четыре и более режущих кромок, имеющих иногда большой перепад при переходе от одной ступени к другой, что оказывает существенное влияние на процесс стружкообразования, отвод стружки из зоны резания и стойкость инструмента. В связи с этим основная цель исследования была направлена на повышение производительности труда, стойкости многолезвийных комбинированных инструментов при надлежащем качестве обработки отверстий.

Исследование по обработке ступенчатых отверстий перовыми сверлами проводилось на образцах, имеющих вид цилиндра диаметром $d = 60$ мм и высотой $l = 60$ мм, изготовленных из высокопрочной стали ЗОХСА. Образец закреплялся в 3-кулачковом патроне токарно-винторезного станка ИК62 с помощью разрезной втулки, обеспечивающей соосность предварительно просверленных отверстий и перового инструмента, закрепленного в пиноли задней бабки.

Режимы резания соответствовали следующим значениям: скорость резания $v = 0,4$ м/с ($n = 224$ об/мин); подача $s = 0,074$ мм/об. Смазывающе-охлаждающая жидкость - 5%-ная эмульсия (водный раствор эмульсола марки ЭТ-2).

Исследования показали, что наиболее интенсивный износ перовых ступенчатых сверл наблюдается в местах перехода от режущих кромок к ленточкам и между отдельными ступенями. Эти участки режущей части инструмента характеризуются недостаточной прочностью и склонны к выкрашиванию. Улучшение условий работы инструмента может быть достигнуто путем заточки (в случаях, когда это возможно) упрочняющих фасок. Полученные данные показывают, что наличие вспомогательных фасок ($f = 0,3$ мм), расположенных под углом $2\psi' = 90^\circ$, способствует повышению стойкости инструмента примерно в 1,5 раза.

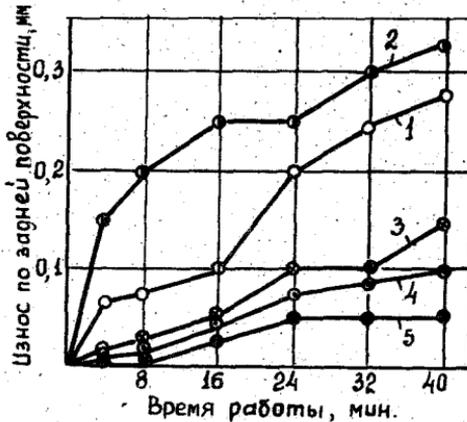
Влияние заднего угла α и переднего угла γ на стойкость ступенчатых сверл характеризуется графиками износа (рис. 2), из которых видно, что в начальный период работы (период приработки $T = 5 - 10$ мин) износ инструмента протекает примерно одинаково, независимо от заднего угла α . При дальнейшей работе инструмента лучшие результаты наблюдались у сверл с задним углом $\alpha = 15^\circ$, стойкость которых при $h_{3, \text{гон}} = 0,3$ мм составила $T = 125$ мин (кривая 3). Худшие результаты показали сверла с задним углом $\alpha = 6^\circ$ и 10° (кривые 1 и 2). Увеличение переднего угла γ от 0° до 5° оказывает значительное влияние на стойкость сверл. Так, при износе по задней поверхности $h_{3, \text{гон}} = 0,3$ мм стойкость перовых сверл с передним углом $\gamma = 5^\circ$ составила $T = 200$ мин (кривая 4), что в два раза превышает стойкость сверл с $\gamma = 0^\circ$ (кривая 1). Это связано с тем, что с увеличением переднего угла γ уменьшаются силы резания, улучшаются условия процесса стружкообразования, особенно на торцевых режущих кромках, что способствует существенному повышению стойкости перовых сверл. При контроле размерной стойкости инструмента было установлено, что на всем протяжении работы до принятого кри-



Р и с. 2. Влияние заднего угла α и переднего угла γ на износостойкость инструментов: обрабатываемый материал ст. 30ХГСА; перовые сверла Р18, наплавка; режимы резания: $v = 0,4$ м/с; $s = 0,074$ мм/об; СОЖ: 5%-ная эмульсия; $2\gamma = 180^\circ$; $2\gamma' = 90^\circ$; $\varphi = 0,3$ мм
 1 - $\gamma = 0^\circ$; $\alpha = 6^\circ$; 2 - $\gamma = 0^\circ$; $\alpha = 10^\circ$;
 3 - $\gamma = 0^\circ$; $\alpha = 15^\circ$; 4 - $\gamma = 5^\circ$; $\alpha = 10^\circ$

теря притупления $h_{3\text{гор}} = 0,3$ мм заточка положительного переднего угла $\gamma = 5^\circ$ не приводила к снижению точностных характеристик обрабатываемых деталей.

Важным источником повышения стойкости сверл, увеличения производительности и экономичности процесса сверления является выбор рациональной марки инструментального материала, а также технически обоснованное назначение оптимальных условий эксплуатации сверл, изготовленных из различных инструментальных материалов. Как показали исследования (рис. 3), при работе в одних и тех же условиях ($T = 40$ мин) инструменты, изготовленные из дисперсионно-твердеющих сплавов В11М7К23 и В3М12К23, имели наименьший износ $h_3 = 0,05$ мм (кривые 4 и 5); хорошие результаты показали быстрорежущие стали с пониженным содержанием вольфрама Р6М5 и особенно Р9К5 (кривые 1 и 3). Наибольший износ $h_3 = 0,35$ мм наблюдался при работе инструментами, изготовленными из стали Р18 по методу наплавки (кривая 2).



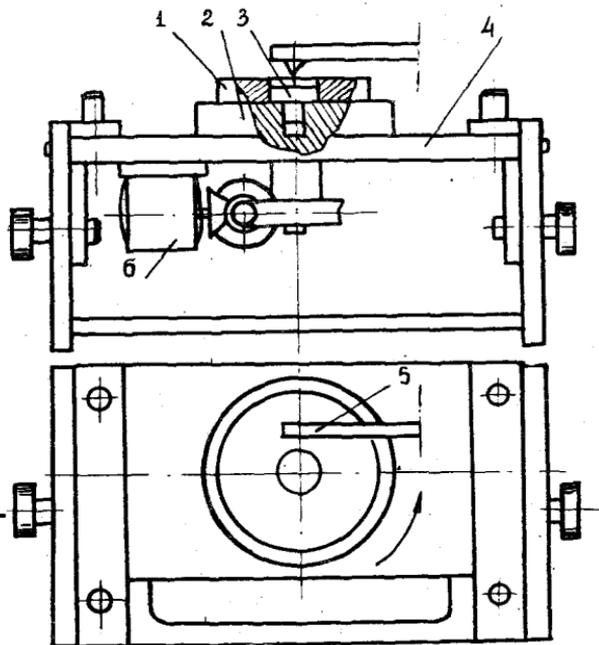
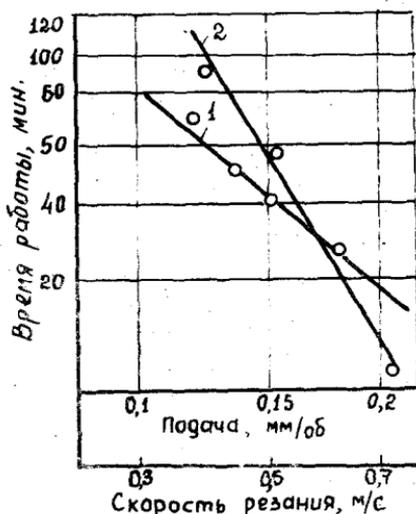
Р и с. 3. Влияние марки быстрорежущей стали на износостойкость инструментов: обрабатываемый материал ст. 30ХГСА; режимы резания: $v=0,4$ м/с; $S=0,074$ мм/об; СОЖ: 5%-ная эмульсия; геометрия: $2\psi=130^\circ$; $\gamma=0^\circ$; $\alpha=15^\circ$; 1-Р6М5; 2-Р18 (наплавка); 3-Р9К5; 4-В3М12К23; 5-В1М7К23

упрочнении возрастает. Это повышает вторичную твердость стали, ее красностойкость и износостойкость при сохранении вязкости [1].

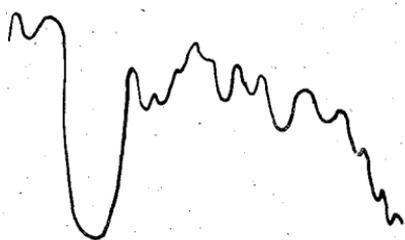
Влияние режимов резания на стойкость многолезвийных комбинированных инструментов характеризуется графиками зависимостей "Т- v " и "Т- S " (рис. 4). Как показали исследования, наибольшая стойкость $T=55$ мин наблюдалась при скорости резания $v=0,4$ м/с, с увеличением скорости резания до $v=0,6$ м/с возрастает температура в зоне контакта инструмента с деталью, что способствует интенсифицированному нарастанию износа и снижению стойкости (прямая 1). При значениях подачи $S=0,074$ мм/об и $S=0,11$ мм/об стойкость инструмента составила соответственно $T=91$ мин и $T=52$ мин, при дальнейшем увеличении подачи до $S=0,21$ мм/об стойкость падает до 4 мин (прямая 2). Сопоставление зависимостей "Т- v " и "Т- S " показало, что на стойкость многолезвийных инструментов большее влияние оказывает подача, чем скорость резания, поэтому правильный выбор подачи имеет большое значение. При обработке ступенчатых отверстий в деталях из стали 30ХГСА многолезвийными комбинированными инструментами допустимые значения подачи составляют $0,07\dots 0,1$ мм/об.

Повышение стойкости перовых многолезвийных комбинированных инструментов из сплавов В1М7К23 и В3М12К23 и стали Р6М5 можно объяснить тем, что при частичной замене вольфрама молибденом карбид M_7C_3 становится, наряду с M_6C_3 , основным ($M_7C_3/M_6C_3=0,8\dots 1,1$). За счет этого карбида, растворяющего в себе, кроме молибдена, до 25% ванадия, происходит насыщение твердого раствора ванадием. В связи с этим состав карбидов при закалке и отпуске изменяется, а роль молибдена и ванадия в дисперсионном

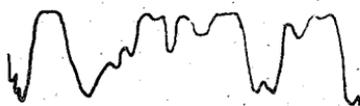
Р и с. 4. Влияние скорости резания и подачи на износостойкость инструментов: обрабатываемый материал - 30Х1СА; материал инструментов - Р6М5; геометрия: $2\varphi = 180^\circ$; $\delta = 50^\circ$; $\alpha = 15^\circ$; $f = 0,3$ мм; 1 - $S = 0,11$ мм/об; 2 - $V = 0,4$ м/с



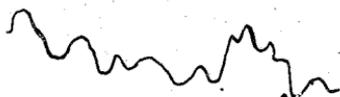
Р и с. 5. Устройство для замера волнистости и шероховатости торцевых и седловых поверхностей



a



б



в

Р и с. 6. Влияние переднего угла γ на качество обработанной поверхности: обрабатываемый материал ст.30ХГСА; материал сверла Р18, наплавка; режимы резания: $V=0,4$ м/с; $s=0,074$ мм/об; СОЖ: 5%-ная эмульсия; геометрия: $2\gamma=180^\circ$; $2\gamma'=90^\circ$; $f=0,3$ мм; $\alpha=15^\circ$; $\alpha-\gamma=0^\circ$; $\delta-\gamma=10^\circ$; $\beta-\gamma=15^\circ$

от 0° до 10° оказывает существенное влияние на качество обработанной поверхности. Так, при работе инструментом с передним углом γ , равным 0° , в процессе стружкообразования объем деформированного металла в заторможенной зоне возрастает, увеличиваются силы резания, появляются благоприятные условия для образования нароста, который, периодически срываясь, попадает под заднюю поверхность инструмента, в результате чего на обработанной поверхности образуются надрывы металла, характеризующиеся на профиллограмме (рис. 6, а) большими

Контроль качества поверхности, обработанной многолезвийными комбинированными инструментами, производился на профиллографе-профилометре "ВЭИ-Калибр" с помощью специально изготовленного устройства (рис.5), позволяющего измерять волнистость и шероховатость торцевых и седловых поверхностей при отключенном перемещении датчика. Образец 1 закреплялся в шпинделе 2 с помощью оправки 3, обеспечивающей соосность образца со шпинделем устройства. Перемещением стола 4 устанавливалось необходимое положение образца для замера, затем подводился датчик 5 (ошупывающая игла или штифт) и включался двигатель 6, обеспечивающий вращение образца. В результате игла, скользя по поверхности образца, огибала микронеровности. Электрические сигналы от датчика записывались на металлизированной бумаге.

Из профиллограмм, приведенных на рисунке 6, видно, что увеличение переднего угла γ

провалами. При увеличении переднего угла γ до 10° ... 15° улучшаются условия процесса стружкообразования, уменьшается объем заторможенного металла, снижается возможность образования нароста, в результате чего качество обработанной поверхности улучшается, что хорошо видно из профилограммы, приведенной на рис. 6, в.

Полученные при исследовании данные показали, что стойкость многолезвийных комбинированных инструментов может быть существенно увеличена, а расход дефицитных металлов на их изготовление уменьшен при требуемом качестве обработанной поверхности.

Л и т е р а т у р а

И. П о п а н д о п у л о А.И. Легирование и термическая обработка быстрорежущих сталей: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. - ЛПИ, 1974.

УДК 621.9.011

М.П.Аленин, А.Н.Волков, А.А.Демьянко

РЕЖУЩИЕ СВОЙСТВА КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ

Приведятся результаты испытания режущих свойств концевых фрез при обработке глухих отверстий в поковках из инструментальной стали У7 в условиях массового производства. Испытывалось по 15 шт. фрез из быстрорежущих сталей Р18, Р6М5, Р2Ф2К6М5АТ (ЭП734) и Р0Ф2К6М5АТ (ЭП733). Геометрия всех фрез была одинакова: передний угол $\gamma = 10^{\circ}$, радиальный задний угол $\alpha_{\text{раб}} = 8^{\circ}$, торцевой задний угол $\alpha_{\text{т}} = 10^{\circ}$, угол подъема витка $\omega = 10^{\circ}$, число зубьев $z = 3$, диаметр фрезы $d_{\text{ф}} = 14$ мм.

У быстрорежущих сталей Р0Ф2К6М5АТ и Р2Ф2К6М5АТ вольфрам частично или полностью заменен молибденом и кобальтом. Производственный опыт работы с этими сталями (12 тонн) показал, что они отличаются хорошими технологическими свойствами: хорошей пластичностью