

в продольном направлении $K_{пр} = 1 - k_{пр}$;

в поперечном направлении $K_{п} = 1 - k_{п}$.

В формулах $k_{п} = S_{п}/b$ и $k_{пр} = S_{пр}/a$ – относительные величины непокрытых размеров лунки, соответственно, в поперечном и продольном направлениях; a и b – соответственно длина и ширина лунки; $S_{п}$ и $S_{пр}$ – средний шаг между соседними лунками, соответственно, в поперечном и продольном направлениях.

Значение коэффициента перекрытия зависит от режима обработки и параметров щетки. Подачу изделия или инструмента в продольном направлении с учетом необходимого коэффициента перекрытия определяют по формуле

$$S_{пр} = S_z z K_{пр} n / 60$$

или

$$S_{пр} = \pi d S_z z (1 - K_{пр}) / (1000 v \cdot 60),$$

где S_z – подача на одну секцию ударных элементов щетки в продольном направлении, мм; z – число секций ударных элементов щетки; v – скорость обработки, м/с; d – наружный диаметр щетки, мм; n – частота вращения, мин⁻¹.

Большой износостойкостью обладают ударные элементы из сталей 65Г и 20Х по сравнению с ударными элементами, изготовленными из стали 45. Для ударных элементов, изготовленных из прядей стальных канатов, скрепленных сваркой, расплавом металла и другими способами, используют канаты как с металлическим, так и с органическим сердечником. Предпочтительнее использовать канаты с металлическим сердечником, так как их обезжиривание и очистка от антикоррозионного покрытия менее трудоемки. Материал проволоки стальных канатов выбирать высшей В или первой марки (группы), обладающих лучшими механическими свойствами. Направление свивки не влияет на долговечность ударных элементов.

Ударные элементы в виде шайб и звездочек изготавливают из легированной конструкционной стали 20Х, обладающей после соответствующей термообработки хорошей износостойкостью при достаточно прочной и вязкой сердцеvine. Сталь 20Х цементируют на глубину 30–40% общей толщины материала с последующей закалкой и отпуском, что обеспечивает следующие механические свойства материала: $\sigma_b \geq 850$ МПа; $\sigma_T \geq 630$ МПа и $\sigma_{-1} \geq 590$ МПа. Рабочая поверхность имеет твердость 57–63 HRC, а сердцеvина до 212 НВ.

Существенное влияние на долговечность щетки оказывает скорость обработки, которую можно варьировать за счет частоты вращения инструмента, внешнего диаметра щетки, а также направления движения и частоты вращения обрабатываемого изделия.

Оптимальная скорость проволочных элементов для различных типов щеток различна и зависит от их назначения: жесткие щетки (иглофрезы) работают при скорости до 10 м/с, щетки с ударными элементами – до 20 м/с, секционные – до 32 м/с, в режиме зачистки – до 40 м/с и в режиме полирования – до 45 м/с и выше.

Рекомендации по обработке поверхностей щетками

1. Для интенсификации процесса обработки щетками следует увеличить: частоту вращения щетки, скорость обработки, натяг, жесткость проволочных элементов, плотность набивки ворса, массу ударных элементов, использовать более мощные щетки, пригодные для выполнения тяжелых режимов работы.

2. Для уменьшения шероховатости поверхности необходимо: увеличить плотность набивки ворса, уменьшить диаметр проволоки, увеличить скорость обработки, уменьшить натяг и жесткость рабочих элементов, уменьшить массу ударных элементов, заменить обработку секционными щетками на обработку щетками со сплошной набивкой ворса; заменить щетку с металлическим ворсом на щетку с нейлоновым ворсом, шаржированным абразивным материалом.

3. Для полного снятия окалины, коррозионного слоя, старых лакокрасочных покрытий и т. п. необходимо увеличить: жесткость и массу рабочих элементов (при свободном креплении ворса заменить на более жесткое упругое его соединение с корпусом щетки); число секций ударных элементов; при работе секционными щетками – число секций рабочих элементов; плотность набивки ворса, скорость обработки, натяг (подачу уменьшить). В работе использовать щетку, пригодную для ведения более жестких режимов работы.

4. Если при обработке поверхности после горячей прокатки (при наличии вмятин, рисок, язвенной коррозии и т. п.) щетками типа иглофрез наблюдаются необработанные точки, устранить этот недостаток можно в результате: уменьшения жесткости щетки; замены обработки иглофрезами на обработку щетками с ударными элементами.

5. При необходимости увеличения толщины наклепа поверхности рекомендуется: увеличить скорость обработки и натяг; уменьшить подачу; увеличить массу ударных элементов; увеличить коэффициент перекрытия и число секций; при работе обычными и секционными щетками использовать отражатели.

6. Если не допускаются резкие перепады напряжений на границе обработанной и необработанной поверхности, то следует уменьшить массу ударных элементов по краям в направлении ширины щетки.

7. Для устранения следов обработки можно кроме продольной подачи создать возвратно-поступательное перемещение щетки в поперечном направлении или ее покачивание.

8. Если возникает необходимость устранения следов предыдущей обработки, то необходимо: вести обработку в поперечном направлении к следам предыдущей обработки; увеличить скорость обработки; уменьшить подачу; увеличить натяг, плотность набивки ворса, жесткость рабочих элементов; использовать щетки с элементами в виде толстой проволоки или скрепленных прядей троса; использовать секционные щетки.

9. Для увеличения производительности обработки рекомендуется: увеличить режимы обработки; использовать щетки, позволяющие вести форсированный процесс обработки; увеличить число секций у секционных щеток; увеличить жесткость рабочих элементов и плотность набивки ворса.

10. Для обеспечения нормальной работы секционной щетки без вибраций необходимо: увеличить число секций; уменьшить жесткость щетки; использовать щетку со спиральным направлением секции; секции ударных элементов следует располагать в шахматном порядке.

11. Уменьшение шума при использовании вращающихся механических щеток с упругими элементами можно достичь в результате уменьшения массы ударных элементов, замены свободного крепления ударных элементов на упругое и уменьшения скорости обработки; остальные рекомендации приведены выше.

12. Обеспечить требуемую жесткость рабочих элементов можно с помощью регулирования свободной длины ворса; подбора толщины проволочных элемен-

тов; использования элементов из высокопрочных сталей; гофрирования проволочного ворса.

Вращающимися металлическими щетками (в том числе оснащенными ударными элементами) с учетом исходного состояния поверхности выполняют следующие технологические операции по подготовке поверхности к последующему нанесению защитных либо упрочняющих покрытий:

поверхность с легким налетом ржавчины: обработку всеми способами (обычной вращающейся металлической щеткой при $v = 30$ м/с, $h = 2$ мм, $S = 1$ м/мин; щетками с ударными элементами при $v = 12$ м/с, $h = 2$ мм, $S = 15$ м/мин); дробеструйным способом (обработка обеспечивает хорошее качество подготовки поверхности);

поверхность с плотно прилегающей ржавчиной или прокатной окалиной: обработку обычными щетками при $v = 30$ м/с, $h = 4$ мм, $S = 0,5$ м/мин (не устраняет с поверхности прокатной окалины, только заглаживает ее); обработку элементами в виде шайб и пластин при $v = 15$ м/с, $h = 3$ мм и $S = 2,5$ м/мин, как и дробеструйную обработку (полностью удаляет прокатную окалину, а в виде толстой проволоки – очищает 60-80% поверхности);

поверхность с толстым слоем ржавчины, биологических отложений: обработку обычной щеткой и элементами в виде толстой проволоки (не очищает качественно поверхность); обработку элементами в виде шайб и пластин при $v = 17$ м/с, $h = 3$ мм и $S = 2$ м/мин и дробеструйную обработку (обеспечивают качественную подготовку поверхности);

поверхность с остатками старых покрытий и ржавчиной: обработку обычными щетками при $v = 30$ м/с, $h = 3$ мм, $S = 1,5$ м/мин (оставляет участки с плотно прилегающими остатками старых лакокрасочных покрытий); обработку ударными элементами всех типов при $v = 15$ м/с, $h = 3$ мм и $S = 5,0$ м/мин и дробеструйную обработку (полностью очищают поверхность);

тонкая оксидная пленка на поверхности после холодной прокатки: обработку обычной щеткой при $v = 30$ м/с, $h = 3$ мм и $S = 1,5$ м/мин, пленка с поверхности не удаляется; обработку щетками с ударными элементами: в виде толстой проволоки при $v = 25$ м/с, $h = 3$ мм и $S = 2$ м/мин, в виде пластин и шайб при $v = 15$ м/с, $h = 3$ мм и $S = 7$ м/мин; дробеструйную обработку; последние виды обработки обеспечивают хорошее качество поверхности.

При равном качестве очистки производительность при обработке вращающимися металлическими щетками, оснащенными упругими элементами, оказывается намного (5-40 раз) выше, чем при дробеструйной обработке.

Упрочнение энергией взрыва

Энергия взрыва повышает износостойкость поверхностей изделий при истирании, их твердость, пределы прочности и текучести, статическую прочность (сварных соединений в результате сквозного наклепа сварного шва и зоны термического влияния), циклическую прочность (из-за повышения пределов прочности и текучести материала). Упрочнение при импульсных нагрузках взрывом существенно отличается от упрочнения в обычных условиях. При ударе с большой скоростью, свойственной взрыву, эффект упрочнения возрастает по мере увеличения скорости удара. В металле могут возникнуть высокие локальные температуры, вызывающие фазовые превращения в локальных участках. Одно-