

ОБРАБАТЫВАЕМОСТЬ РЕЗАНИЕМ ЛИТЫХ ГИЛЬЗ ИЗ ВЫСОКОХРОМИСТЫХ ЧУГУНОВ

В последнее время для изготовления деталей строительно-отделочных машин (гильз цилиндров растворонасосов, роторов винтовых насосов и др.), подвергающихся в процессе работы интенсивному гидроабразивному изнашиванию, находят применение износостойкие высокохромистые чугуны, обладающие после литья высокой твердостью (55...60 HRC₃), что затрудняет их обработку резанием.

Для изготовления гильз растворонасосов на Днепрорудненском заводе строительно-отделочных машин выбраны чугуны марок ИЧ210Х30ГЗ и ИЧ280Х18, химический состав которых приведен в табл. 1.

Заготовки гильз с наружным диаметром 125 мм и длиной 250 мм изготовляли центробежным способом литья и литьем в металлический кокиль. После выбраковки и контроля качества отливки подвергали термической обработке (двухступенчатому отжигу) и механической обработке (черновому точению).

Известно, что в литом состоянии структура высокохромистого чугуна состоит из эвтектических карбидов (FeCr)₇C₃ и металлической основы, включающей мартенсит, аустенит и продукты его распада [1].

Карбиды хрома устойчивы до температуры плавления, их твердость существенно не меняется и в результате термической обработки. Наиболее желательной для обработки резанием является структура металлической основы с максимально возможным содержанием продуктов распада аустенита, так как мартенсит практически не обрабатывается точением из-за высокой твердости, аустенит склонен к наклепу в процессе пластической деформации при обработке резанием.

Поэтому термическая обработка отливок состояла из двух этапов: на первом необходимо было преобразовать исходную литую структуру металлической основы (мартенсит + аустенит + перлит) в гомогенный аустенит и добыть

Табл. 1. Химический состав чугунов

| Марка чугуна | Содержание элементов, % (по массе) | | | | | | | | | | Твердость HRC ₃ |
|-----------------|------------------------------------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|---------|------|------|-------------------------------|
| | C | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | V | Ti | P | S | |
| ИЧ210Х30ГЗ | 1,9... | | 1,5... | 28... | | | | | | | 55 |
| | 2,1 | | 2 | 32 | | | | | | | |
| ИЧ280Х18 | 2,6... | 0,4... | 0,3... | 16... | 0,3... | 0,2... | 0,2... | 0,05... | До | До | 50 |
| | 3 | 1 | 0,8 | 20 | 1 | 0,6 | 0,6 | 0,12 | 0,07 | 0,05 | |

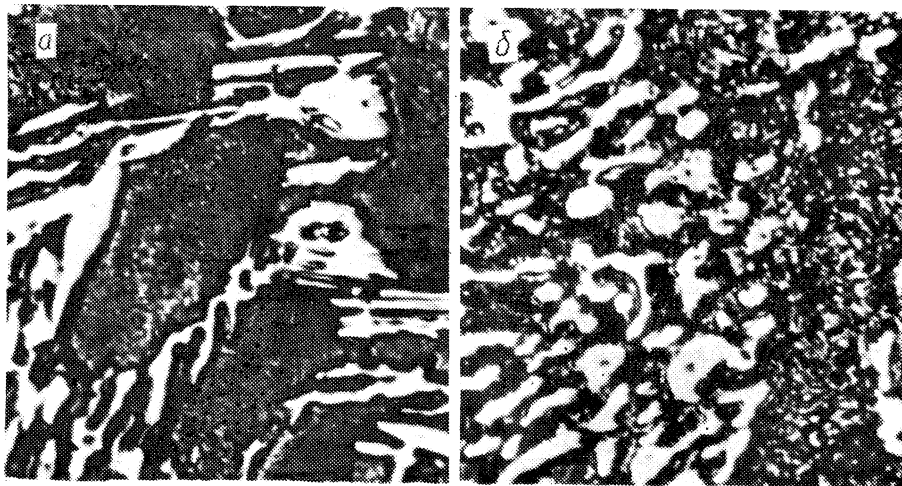


Рис. 1. Микроструктура чугуна марки ИЧ210Х30Г3:
a – в литом состоянии (x1000); *б* – после двухступенчатого отжига (x1000)

ся максимального растворения в нем карбидов хрома, а на втором обеспечить благоприятные условия распада аустенита и образования зернистого перлита.

Критерием при выборе температуры и продолжительности выдержки на первом этапе являлись твердость отливок и содержание остаточного аустенита. Необходимо было обеспечить максимум содержания аустенита в основе с тем, чтобы в конце второго этапа добиться его распада на перлит. Содержание остаточного аустенита проверяли на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3.

Микроструктура чугуна марки ИЧ210Х30Г3 в литом состоянии и после полного цикла отжига показана на рис. 1. При выборе температуры и скорости охлаждения на втором этапе термообработки критерием оптимизации являлась минимальная твердость чугуна.

На основании экспериментальных данных выбран оптимальный режим отжига: нагрев с печью до 1150 °С – выдержка 3...4 ч – охлаждение с печью до 100...200 °С, нагрев до 650...700 °С – выдержка 2 ч – охлаждение с печью со скоростью 20 °С/ч до 500 °С и далее на воздухе.

В результате двухступенчатого отжига гильз была снижена до 35...41 HRC₃ и получена структура, состоящая из зерен перлита и скругленных карбидов хрома (рис. 1, б), что облегчило их обрабатываемость точением.

С целью выбора оптимального режима обработки точением проведена серия опытов, в ходе которых гильзы обтачивали сборными и цельными проходными резцами с пластинками из твердого сплава марки Т15К6 и ВК8. Перед черновым точением выполнялся предварительный проход с целью удаления литейной корки, обеспечения более правильной геометрической формы и уменьшения биения обрабатываемых поверхностей. Черновое точение выполняли на токарно-винторезном станке мод. 16К20 в режиме резания $n = 125 \text{ мин}^{-1}$, $t = 1,5 \text{ мм}$, $S = 0,15 \text{ мм/об}$, с оставлением припуска на усадку

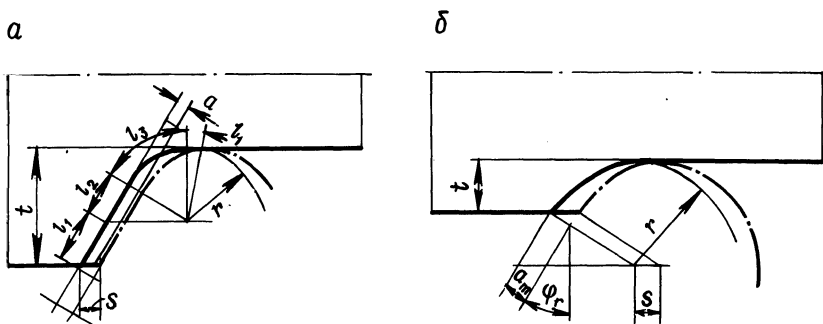


Рис. 2. Соотношение между глубиной резания и толщиной срезаемого слоя при точении гильз из чугуна:

a – резцом с квадратными пластинками; *б* – резцом с круглыми пластинками

при закалке и минимального припуска на чистовую обработку. В процессе исследования изучалось влияние глубины резания t , подачи S и скорости резания v на производительность обработки, скорость изнашивания и стойкость резцов, шероховатость обработанной поверхности. После черновой обработки заготовок была выполнена получистовая обработка гильз резцами из оксидной керамики ВОК-60 и затем закалка с отпуском по режиму: нагрев до $930\text{--}950^\circ\text{C}$ со скоростью $100^\circ\text{C}/\text{ч}$, выдержка 2 ч и охлаждение на воздухе до $100\text{--}200^\circ\text{C}$, затем нагрев до 250°C , выдержка в течение 6 ч и охлаждение на воздухе, что позволило повысить твердость гильз до $55\text{--}60\text{ HRC}_3$ и обеспечить высокую их износостойкость в гидроабразивной среде. Затем было выполнено чистовое точение гильз с целью повышения точности формы до $\varnothing 100h8$ и получения параметров шероховатости поверхностей $Ra = 0,8\text{--}1,6\text{ мкм}$. Чистовую обработку гильз выполняли сборными резцами с механическим креплением квадратных и круглых пластинок из КНБ (композиты 01, 05, 10Д) в режиме: $n = 500\text{ мин}^{-1}$; $t = 0,5\text{--}0,1\text{ мм}$; $S = 0,07\text{--}0,1\text{ мм/об}$. Соотношение между глубиной резания t и толщиной срезаемого слоя при точении резцами с квадратными и круглыми пластинками показано на рис. 2.

При точении квадратными пластинками оптимальная толщина срезаемого слоя

$$a = \frac{A}{L} = \frac{St}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4} = \frac{St}{1/\cos\varphi_r [t - r(1 - \sin\varphi_r)] + \frac{\pi}{180}r(90 - \varphi) + \frac{S}{2}}$$

Это уравнение справедливо в том случае, если отношение глубины резания t к радиусу при вершине резца r весьма велико, т.е. $t/r > 1$. В случае, если радиус закругления и глубина резания примерно одинаковы или используются круглые пластинки, максимальная толщина срезаемого слоя a_{\max} соответствует действительной толщине стружки в лучшем приближении.

Из рис. 2 видно, что

$$a_{\max} = S \cos \left\{ 1/\sin \left[(r - a)/r \right] \right\}.$$

Для квадратной режущей пластинки $a_{\max} = a_e$, так как радиус закругления вершины реза r больше выбранной глубины резания. Изменение максимальной толщины срезаемого слоя осуществлялось изменением подачи S и глубины резания t . Стойкость пластинок определялась продолжительностью их работы до износа по задней поверхности $h_3 = 0,4$ мм. Стойкость пластинок из композита 01 при чистовой обработке в указанном режиме составила $T = 120...130$ мин, в то время как пластинок из оксидной керамики ВОК-60 – $10...15$ мин. После чистового точения $Ra = 0,8...1,6$ мкм.

Таким образом, с целью улучшения обрабатываемости резанием литых гильз из высокохромистых чугунов необходимо вначале провести термическую обработку заготовок, включающую двухступенчатый отжиг по специальному режиму. Черновое точение гильз после отжига целесообразно выполнять резцами с твердосплавными пластинками из сплава Т15К6 или ВК8 в режиме: $v = 50$ м/мин; $t = 1,5...2$ мм; $S = 0,17$ мм/об. Чистовое точение гильз после закалки на воздухе и отпуска целесообразно выполнять сборными резцами с механическим креплением режущих вставок квадратной и круглой формы из КНБ (композиты 01, 05, 10Д). Чистовое точение позволяет заменить шлифование при обработке внутренних поверхностей гильз и снизить трудоемкость их изготовления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цыпин И.И. Белые износостойкие чугуны. – М., 1983. – 176 с.

УДК 621.91

В.А. ДАНИЛОВ

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТОВ С КРУГЛЫМИ РЕЖУЩИМИ ПЛАСТИНКАМИ

Одним из путей повышения стойкости режущего инструмента является использование прогрессивных схем резания и конструкций режущих инструментов, в частности ротационных резцов. Однако их применение не всегда возможно, например при обработке отверстий относительно небольшого диаметра. В этом случае повышение стойкости инструмента достигается периодическим поворотом круглой пластинки вокруг своей оси, осуществляемым автоматически или оператором. Такими пластинками оснащаются резцы, фрезы и другие инструменты. По сравнению с ротационными они обладают более высокой жесткостью благодаря фиксации пластинки относительно корпуса после ее поворота. Кроме того, исключается влияние на качество обработки биения непрерывно вращающейся пластинки.

Суммарная стойкость инструмента зависит от количества поворотов пластинки, поэтому его определение представляет практический интерес. Эта задача рассматривается для круглой неподвижной пластинки с торцевой передней поверхностью.