

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НАГРІВУ ОБРОБЛОВАНОЇ ПОВЕРХНІ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛУ

У сучасному машинобудуванні приділяється багато уваги виготовленню деталей з важкооброблюваних матеріалів (ВОМ). Ці матеріали характеризуються особливими фізико-механічними властивостями, високою стійкістю, твердістю, пластичністю, в'язкістю. Використання ВОМ для виготовлення деталей машин значно підвищує їх надійність і довговічність, але, як правило, знижує технологічність при обробці різанням. Виникають значні силові напруження, висока температура в зоні різання тощо.

Як відомо, оброблюваність ВОМ залежить від хімічного складу матеріалу, який разом із термообробкою визначає експлуатаційні характеристики. Основною причиною низької оброблюваності ВОМ є виникнення при їх обробці значних сил різання (γ 1,5–2,5 раза більших, ніж при обробці сталі 45) та високої температури в зоні різання (2–3 раза більшої, ніж при обробці сталі 45). Так, наприклад, якщо прийняти швидкість різання для сталі 45 за одиницю, то для неіржавіючої сталі 12Х18Н9Т вона становить 0,5, для жароміцної сталі 4Х12Н8Г8МФБ – 0,3, для марганцевої сталі Г13Л – 0,1. А для деяких жароміцних сплавів навіть досягає 0,012. Поліпшення оброблюваності заготовок з ВОМ можна досягти шляхом додаткового або попереднього нагрівання заготовки чи ділянки, що підлягає видаленню (оброблюваної поверхні). Ефект поліпшення оброблюваності при різанні з нагріванням пояснюється зміною властивостей матеріалів заготовки та інструмента під дією температури і впливом цих змін на інтенсивність зношування інструмента, сили різання та якості обробленої поверхні. Зі збільшенням температури нагрівання в зоні різання зменшуються твердість і міцність оброблюваного матеріалу, зростає його пластичність, теплопровідність, теплоємність, знижується його схильність до зміцнення.

Вплив нагрівання на різні групи сталей, ступінь і характер змін механічних властивостей з нагрівом різні залежно від хімічного складу сталі, її структури та початкових властивостей.

Зміни механічних властивостей сталі 30Х10Г10 наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Механічні властивості сталі 30Х10Г10 залежно від температури нагріву

Температура нагріву, °С	Межа міцності σ_B , кгс/мм ²	Межа текучості σ_T , %	Відносне подовження δ , %	Початкова межа міцності S_K , кгс/мм ²	Твердість НВ, кгс/мм ²
20	64	42	14,1	73	190
200	55	36	48	78	165
300	47	31	50,6	70	128
400	43	28	54,1	66	118
500	40	25	42	56	98
600	36	22	39,8	50,5	75

При збільшенні температури нагрівання межа міцності і межа текучості для сталі 30Х10Г10 зменшуються монотонно і при температурі 600 С становлять 56 % від початкових. Трохи інакше змінюється відносне подовження δ , яке характеризує пластичність сталі. Воно зростає стрімко – в 3,4 раза зі збільшенням температури до 200 С, в діапазоні температур 200–400 С змінюється незначно і при подальшому збільшенні температури до 600 С зменшується. Однак δ за температури 600 С в 2,7 раза більше, ніж за температури 20 С. Характерно, що початкова межа міцності при розтягуванні $S_K = \sigma_B(1+\delta)$ збільшується за температури 200 С, з подальшим збільшенням температури нагріву зменшується (при температурах 600 С приблизно в 1,5 раза, порівняно з початковим).

Викликає зацікавленість залежність зміни механічних властивостей від температури нагріву для міцної сталі 38ХНЗМФА, що наведена в таблиці 2.

За температури 600 С σ_B зменшується в 1,65 раза, порівняно з початковим, а за температури 900 С – вже в 13 разів, δ практично не змінилося за температури 600 С, а за температури 900 С – збільшилося в 5,3 раза. Твердість при температурі 600 С зменшилася в 2,6 раза, а за температури 700 С – вже в 7,5. Така ж закономірність і для S_K . Якщо за температури 600 С вона знижується в 1,65 раза, то за 900 С – в 9,1.

Таблиця 2

Механічні властивості сталі 38ХНЗМФА залежно від температури нагрівання

Температура нагріву, °С	Межа міцності σ_B , кгс/мм ²	Межа текучості σ_T , %	Відносне подовження δ , %	Початкова межа міцності S_K , кгс/мм ²	Твердість НВ, кгс/мм ²
20	151,6	148,6	12,3	169,6	448
200	141,2	135,3	10,6	155,5	–
300	138,3	130,1	13,3	156	383
400	130,1	126,2	13,6	147,6	356
500	115,8	–	12,6	130,5	307
© Б.М. Кулик, 2014	91,9	–	12,6	103,5	194

700	43,1	–	23,3	53,7	66,5
800	19,8	15,5	47,0	28,8	33,0
900	11,6	5,3	64,7	18,7	–

Деяко інша картина зміни механічних властивостей матеріалу зі зміною температури нагріву неіржавіючої сталі 12х18Н9Т в нормалізованому стані (табл. 3). Якщо межа міцності, межа текучості, твердість зі збільшенням нагріву монотонно зменшуються, але відносне подовження вже не збільшується, а навпаки зменшується. Межа міцності при розтягуванні (S_K) закономірно зменшується зі збільшенням температури.

Таблиця 3

Механічні властивості сталі 38ХН3мфа залежно від температури нагрівання

Температура нагріву, °С	Межа міцності σ_B , кгс/мм ²	Межа текучості σ_T , %	Відносне подовження δ , %	Початкова межа міцності S_K , кгс/мм ²	Твердість НВ, кгс/мм ²
20	63,4	26,2	53,4	96,4	167
100	54,7	24,8	41,4	76,7	–
200	50,7	21,1	34,8	68,3	138
300	49,1	19,1	34,4	66,1	125
400	48,5	20,1	35,6	65,7	114
500	48,4	16,1	31,4	63,6	110
600	44,2	52,2	27,5	56,5	100
700	35,4	15,1	23,2	43,8	92
800	21,4	12,7	20,3	25,7	56

Аналогічні зміни механічних властивостей відбуваються при нагріванні високоміцних важкооброблюваних чавунів. Для цих матеріалів характерна висока початкова твердість і наявність в їх структурі складових, порівняних за твердістю з інструментальним матеріалом. З підвищенням температури нагріву до 600 °С твердість чавуну ИЧХ28Н2 зменшилась в 1,76 раза, а за температури 900 °С – в 2,2 раза.

Результати межі міцності при розтягуванні і стисканні чавуна ИЧХ28Н2 з різних температур наведені в таблиці 4. Зі збільшенням температури нагрівання до 600 °С міцність чавуна зменшилась приблизно в 1,5–1,7 раза, а при нагріванні до 800 °С – в 3,6–4,3.

Таблиця 4

Значення межі міцності при розтягуванні і стисканні для чавуну ИЧХ28Н2 залежно від температури нагрівання

Температура нагріву, °С	Межа міцності, кгс/мм ²	
	при розтягуванні σ_B	при стисканні $\sigma_{сж}$
20	65	215
200	600	203
600	36	148
800	15	59

Аналізуючи наведені зміни механічних властивостей ВМ при зміні їх температури, передбачається забезпечити оптимальні режими обробки з гарантованим нагріванням оброблюваних поверхонь у найбільш сприятливих межах.