

М.П. Мазур, д.т.н., проф.

А.С. Гаюр, магістр

Хмельницький національний університет

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТОРЦЕВОГО ОБТОЧУВАННЯ ТРУБ ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРА В УМОВАХ НИЗЬКИХ ТА НОРМАЛЬНИХ ТЕМПЕРАТУР

У статті наведено стислий опис скінченноелементної моделі процесу торцевого обточування в умовах низьких та нормальних температур та надано результати дослідження за допомогою цієї моделі впливу геометричних параметрів інструменту на процес обточування. Модель прямокутного різання, що дозволяє моделювати процес стружкоутворенні була створена у програмному середовищі Deform. У статті наведено результати симуляції процесу обточування, та сформовано рекомендації щодо вибору інструменту для обробки у середовищі низьких температур.

Ключові слова: спеціалізоване обладнання, торцеве оточення, стружкоутворення.

Постановка проблеми. У сучасних виробничих умовах, при прокладанні нафто- та газопроводів широко застосовують спеціалізоване обладнання для підготовки торців труб великого діаметра до зварювання методом механічної обробки. Таке обладнання є мобільним і дозволяє здійснювати підготовку торців безпосередньо перед зварюванням, що, у свою чергу, зменшує кількість окислів, які виникають на обробленій поверхні, і підвищує ефективність та надійність зварних швів. Такі машини працюють у різних погоднокліматичних умовах залежно від місцевості прокладання трубопроводу. Нестандартні температурні умови роботи впливають на стан заготовки та інструменту і на сам процес обробки.

Сучасні САМ технології дозволяють реалізувати симуляційні процеси, спрямовані на дослідження процесів механічної обробки металів. Для дослідження цієї задачі був використаний програмний продукт Deform. У результаті симуляційного моделювання досліджено вплив кутів різальної частини інструменту на процес обробки. На основі симуляції процесів різання створені рекомендації щодо вибору інструменту при роботі у середовищі низьких температур ($T = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Викладення основного матеріалу. Постановка моделі симуляції. Для симуляції процесу використовувалася модель прямокутного різання [1] підтверджена експериментально, створена у

програмному середовищі Deform. Для знаходження впливу параметрів інструменту на процес різання використовувалася модель із двох тіл, що переміщуються із постійною швидкістю $V = 54$ м/хв. і товщиною зрізаного шару $a = 0,1$ мм (рис. 1). Матеріал інструменту – Т15К6, матеріал заготовки – сталь 09Г2С. Параметри міцності матеріалу задаються формулою Мізеса $\sigma = \sigma_s = \sigma_s(q, \bar{\epsilon}^p, T)$.

Під час моделювання введені такі припущення: технологічна система – абсолютно жорстка, різання – ортогональне, лезо – абсолютно жорстке та має ідеальну форму, заготовка представлена прямокутним паралелепіпедом із пластичного матеріалу, товщина заготовки складає $h = 0,7$ мм. Фізико-механічні властивості задавалися відповідно до рекомендацій [2]. Експериментальні дані опору деформації сталі 09Г2С отримані з бази даних «МИСиС» [3].

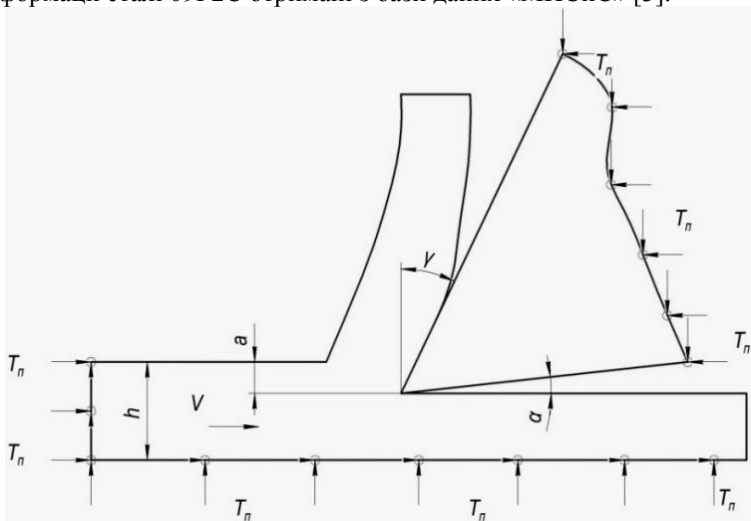


Рис. 1. Розрахункова схема моделі

Результати моделювання. Симуляція впливу переднього кута γ . У ході комп'ютерного моделювання, досліджено ряд процесів, які дозволяють проаналізувати зміну параметрів процесу різання залежно від переднього кута різця γ . Симуляція проходила при низьких та нормальних температурах та зміні переднього кута від 17° до 32° з інтервалом 5° . Задній кут при цьому залишався постійний $\alpha = 8^\circ$. У ході симуляцій були досліджені наступні параметри: середня температура у зоні різання T_c , $^\circ\text{C}$; складові сили різання P_x , H та P_y , H ; нормальні напруження, які виникають у зоні різання, МПа ; та

деформації у зоні різання (мм/мм). Результати досліджень наведені в таблиці 1 та на рисунках 2–7.

Таблиця 1

Результати моделювання впливу переднього кута інструменту на параметри процесу обточування.

Геометричні параметри різця			Температура середовища T = -20 °C					Температура середовища T = 20 °C				
α	γ	β	T _c	P _x	P _y	апруження, МПа	деформації мм/мм	T _c	P _x	P _y	апруження, МПа	деформації мм/мм
8°	12°	70°	392,7	300	82,1	1069,03	4,09	403,8	281	79,6	981,2	3,83
8°	17°	65°	358,5	276	56,3	1056,35	4,27	395,1	243	51,9	1021,1	4,13
8°	22°	60°	340,1	257	41,1	1114,12	4,42	360,5	236	40,6	1092	4,24
8°	27°	55°	339,5	250	38,2	1126,85	4,5	347,9	250	36,2	1102,4	4,34
8°	32°	50°	312,7	234	35,1	1138,8	4,59	349,7	234	31,5	1127,2	4,45

Графік зміни напружень, в залежності від переднього кута різця

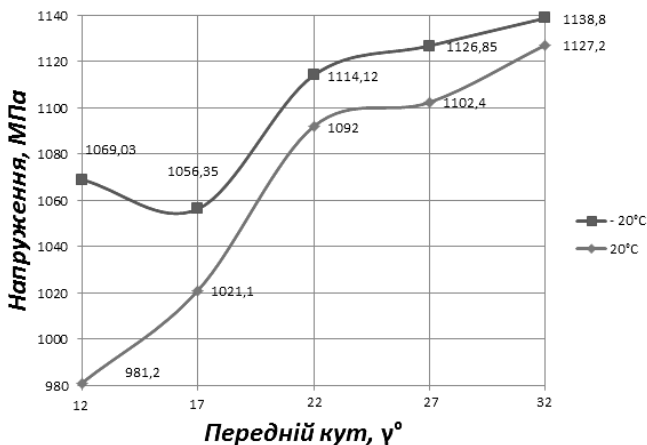


Рис. 2. Графік зміни величини напружень у зоні різання зі зміною переднього кута інструменту

Графік зміни деформацій, в залежності від переднього кута різця

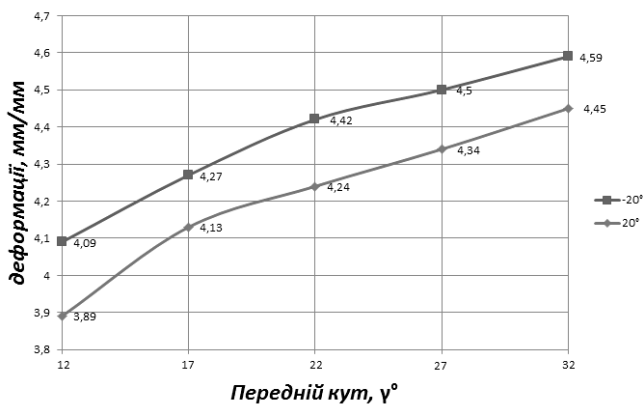


Рис. 3. Графік зміни величини деформації у зоні різання зі зміною переднього кута інструменту



Рис. 4. Розподіл нормальних напружень у зоні різання, $\gamma = 12^\circ$
(при $T = -20^\circ\text{C}$)

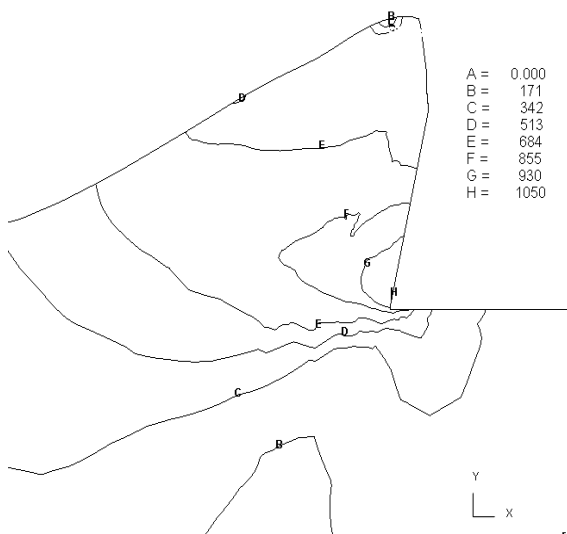


Рис. 5. Розподіл нормальних напружень у зоні різання, $\gamma = 17^\circ$
(при $T = -20^\circ\text{C}$)

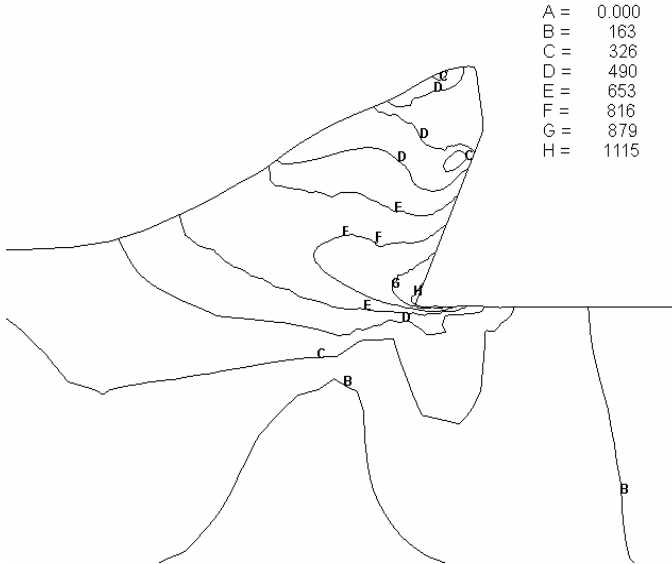


Рис. 6. Розподіл нормальних напружень у зоні різання, $\gamma = 22^\circ$
(при $T = -20^\circ\text{C}$)

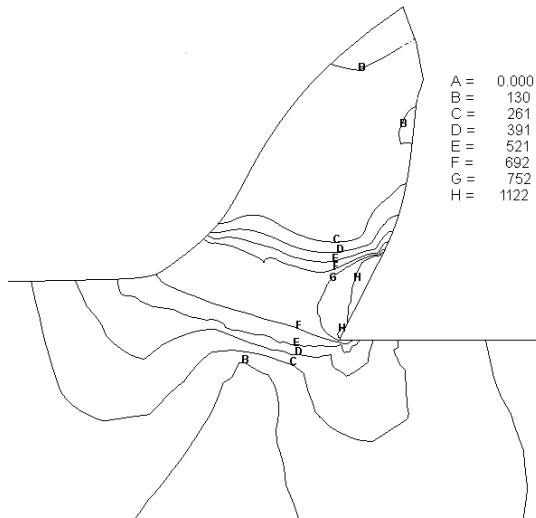


Рис. 7. Розподіл нормальних напружень у зоні різання, $\gamma = 27^\circ$
(при $T = -20^\circ\text{C}$)

Симуляція впливу заднього кута α . У ході моделювання, розглянуто кілька варіантів обробки торця труб, із використанням різних задніх кутів, при низьких та нормальних температурах навколишнього середовища. Результати моделювання впливу заднього кута представлені у таблиці 2 та на рисунках 8, 9.

Таблиця 2
Результати моделювання впливу заднього кута інструменту на процес обточування

Геометричні параметри різця			Температура середовища $T = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$					Температура середовища $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$				
α	γ	β	T_c	P_x	P_y	напруження мпа	деформації мм/мм	T_c	P_x	P_y	напруження мпа	деформації мм/мм
6°	17°	67°	342,4	253	44,8	1203,6	5,14	370,4	219	39,4	1134,38	4,95
7°	17°	66°	352	269	50,2	1184,12	4,42	380,2	231,4	47,6	1060,16	4,24
8°	17°	65°	358,5	276	56,3	1258,06	5,03	395,1	243	51,9	1159,16	4,17
9°	17°	64°	360,2	284	76,1	1515,9	4,95	407,6	274	68,1	1312,76	3,84
10°	17°	63°	362,76	287	78	1761,04	4,57	412,7	280	72,8	1689,5	3,47

Графік зміни напружень, в залежності від зміни заднього кута різця

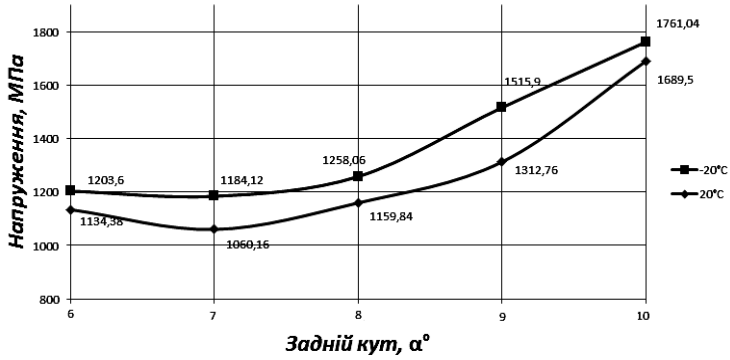


Рис. 8. Графік зміни максимальних напружень у заготовці залежно від заднього кута різця

Графік зміни деформацій, в залежності від зміни заднього кута різця

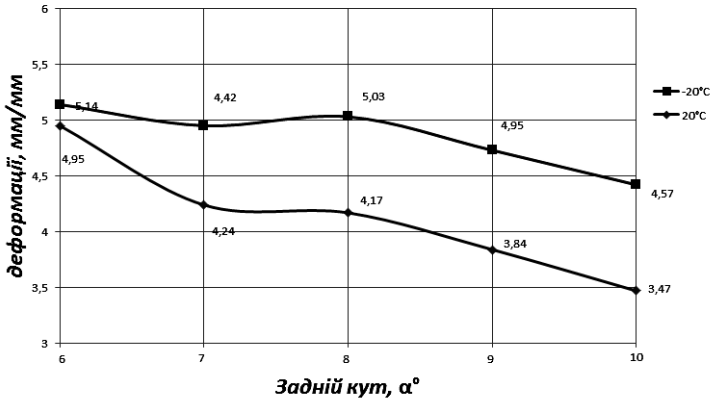


Рис. 9. Графік зміни максимальної деформації у заготовці залежно від заднього кута

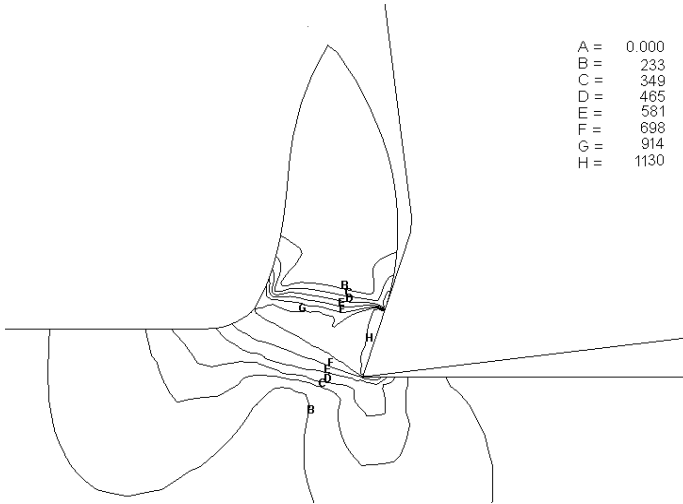


Рис. 6. Розподіл нормальних напружень у зоні різання,
 $\alpha = 7^\circ$ (при $T = -20^\circ\text{C}$)

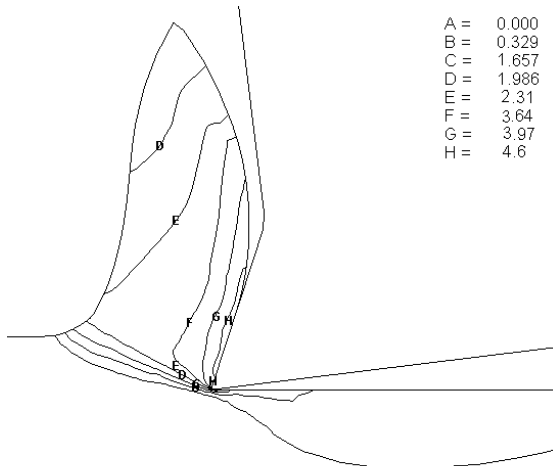


Рис. 6. Розподіл нормальних деформацій у зоні різання,
 $\alpha = 7^\circ$ (при $T = -20^\circ\text{C}$)

Дослідження інструменту. На основі отриманих результатів моделювання можна стверджувати, що ефективнішим для обробки у

середовищі низьких температур є інструмент із геометричними параметрами $\gamma = 17^\circ$, $\alpha = 8^\circ$.

У діючому технологічному процесі використовувалися стандартні шестигранні твердосплавні пластинки (ГОСТ 19068-80), у яких для зміцнення вершини інструменту використовується фаска розміром 0,2 мм. Але при аналізі напружень у тілі інструмента із визначеними геометричними параметрами видно, що максимальні напруження виникають на вершині різальної пластини – найбільш слабкому місці, що вірогідно може призвести до викришування вершини (рис. 10).

З урахуванням цих обставин було проведено ряд симуляцій із використанням округлення вершини різальної кромки радіусом. Встановлено, що при округленні радіусом 0,05 мм (рис. 11) і при використанні визначених переднього і заднього кутів можливо зменшити рівень напружень, що виникають в інструменті під час роботи у середовищі низьких температур, відносно стандартних пластинок на 6 % (рис. 12).

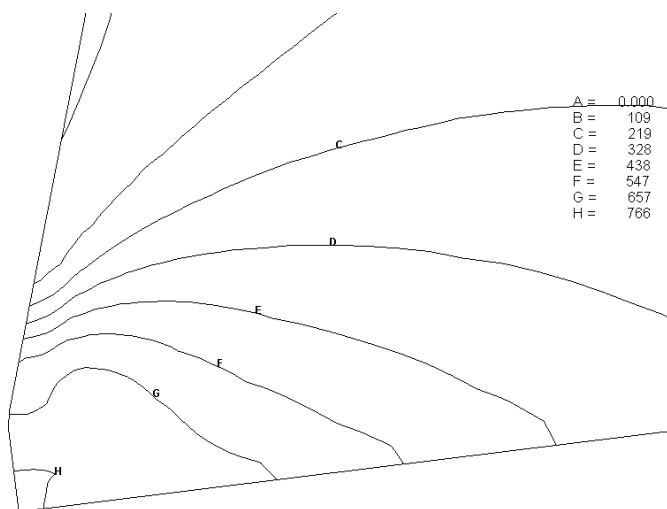


Рис. 10. Розподіл нормальних напружень на пластині із геометричними параметрами $\gamma = 17^\circ$, $\alpha = 8^\circ$ ($T = -20^\circ\text{C}$)

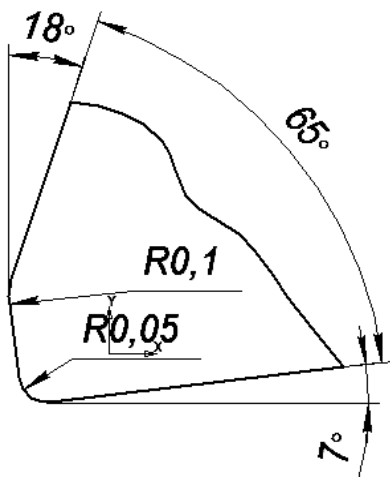


Рис. 11. Форма вершини різця

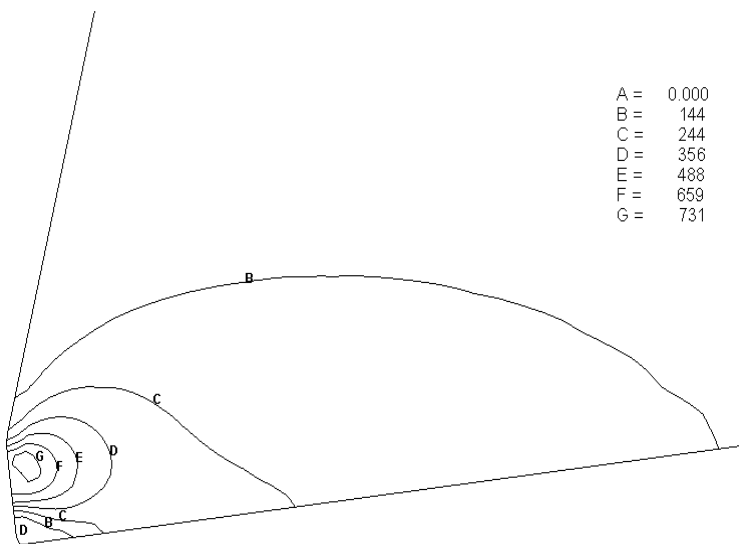


Рис. 13. Розподіл напружень при моделюванні різання пластинкою із округлення при вершинні

Висновок. У результаті симулювання процесів обробки торців труб були встановлені оптимальні геометричні параметри інструменту в процесі обточування в умовах низьких температур.

Запропонована методика може бути використана для оптимізації параметрів різального інструменту для інших методів металообробки.

Список використаної літератури:

1. *Мазур М.П.* Комп'ютерне моделювання процесу обточування процесу обточування труб великого діаметра / *М.П. Мазур, Л.В. Присяжний, А.С. Гаюр* // *Materiály IX mezinárodní vědecko – praktická konference «Vědecký pokrok na přelomu tisyachalety – 2013» Technické vědy : Praha. Publishing House «Education and Science», 2013. – 96 с.*
2. *Криворучко Д.В.* Основи 3D моделювання процесів механічної обробки методом скінченних елементів : навч. посіб. / *Д.В. Криворучко.* – Суми : СумДУ, 2010. – 209 с.
3. Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» центр дистанционного обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://fdisto.misis.ru/disto.htm>.

МАЗУР Микола Петрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології машинобудування ХНУ, декан факультету дистанційного навчання ХНУ.

Наукові інтереси:

– технологія машинобудування.

E-mail: mazur@dn.tup.km.ua.

ГАЮР Антон Сергійович – магістр, кафедра технології машинобудування ХНУ.

Наукові інтереси:

– технологія машинобудування.

E-mail: Deform_anton@meta.ua.

Стаття надійшла до редакції

Мазур М.П., Гаюр А.С. Комп'ютерне моделювання процесу торцевого обточування труб великого діаметра в умовах низьких та нормальних температур

Мазур Н.П., Гаюр А.С. Компьютерное моделирование процесса торцевого обтачивания труб большого диаметра в условиях низких и нормальных температур

Mazur N.P., Gaur A.S. The simulation of the mechanical grinding of large-diameter pipe at low and normal temperatures.

УДК 621.791.56

Компьютерное моделирование процесса торцевого обтачивания труб большого диаметра в условиях низких и нормальных температур / Н.П. Мазур, А.С. Гаур

В статье приведено краткое описание конечноэлементной модели процесса торцевого точения в условиях низких температур и нормальных температур, изложено результаты исследований с помощью представленной модели влияния геометрических параметров инструмента на процесс точения. Модель свободного резания, что разрешает моделировать процесс стружкообразования была создана в программном продукте Deform. В статье приведены результаты симуляции

УДК 621.791.56

The simulation of the mechanical grinding of large-diameter pipe at low and normal temperatures / N.P. Mazur, A.S. Gaur

A brief description of the complete elementary model of the process of sharpening under low and regular temperatures is given. The author establishes the research results based on this model of geometric parameters of tools influence on the process of sharpening. The model of a rectangular cut which enables to model the process of chips formation was developed with the help of Deform program. The author gives recommendation as to the choice of a tool for processing under low temperatures