

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ**

**РОБОЧА ПРОГРАМА,
методичні вказівки і індивідуальні завдання
до вивчення дисципліни
«Складні процеси обробки металів тиском» студентів
спеціальності 136 – Металургія,
освітня програма «обробка металів тиском»
(магістерський рівень)**

Друкується за планом видань навчальної та методичної літератури,
затвердженим Вченої ради НМетАУ
Протокол № 1 від 21.01.2019

Дніпропетровськ НМетАУ 2019

УДК 621.771

Робоча програма, методичні вказівки і індивідуальні завдання до вивчення дисципліни «Складні процеси обробки металів тиском» для студентів спеціальності 136 – Металургія, освітня програма «обробка металів тиском» (магістерський рівень). Укл. Д.В. Коноводов. – Дніпро: НМетАУ, 2019. - 28 с.

Наведені рекомендації до вивчення дисципліни «Складні процеси обробки металів тиском», мета і завдання дисципліни, методичні вказівки до вивчення кожного з розділів і література, що рекомендується; питання для самоконтролю, варіанти індивідуальних завдань.

Призначена для студентів спеціальності 136 – металургія, освітня програма «обробка металів тиском» (магістерський рівень) заочної форми навчання.

Укладач Д.В. Коноводов, канд. техн. наук, доц.

Відповідальний за випуск Я. В. Фролов, д-р техн. наук, проф.

Рецензент Я.Д. Василев, д-р техн. наук, проф. (НМетАУ)

Підписано до друку 25.04.2019. Формат 60x84 ¹/₁₆. Папір друк. Друк плоский.

Облік.-вид. арк. 1,64. Умов. друк. арк. 1,62. Замовлення № 80.

Національна металургійна академія України
49600, Дніпро, пр. Гагаріна, 4

Редакційно-видавничий відділ НМетАУ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ.....	5
2 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	6
3 ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.....	7
4 ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ.....	12
5 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ.....	20
6 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ.....	27

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Складні процеси обробки металів тиском» входить до циклу фахової підготовки та відноситься до дисциплін вільного вибору студента.

Вивчення дисципліни вимагає знання наступних дисциплін освітнього рівня «бакалавр»: «Теорія процесів обробки металів тиском», «Конструкції та розрахунки машин і механізмів обробки тиском», «Технологія процесів обробки металів тиском».

Мета вивчення дисципліни полягає у вивченні основних видів складних процесів обробки металів тиском та їх закономірностей: пластичного деформування та формозміни заготовки, що обробляється, сил, що діють у зоні деформації, калібровок інструменту та ін. Отримані знання є основою для рішення таких практичних завдань, як визначення оптимального деформаційного режиму обробки, кінематичних параметрів, умов захвату, калібровок інструменту.

Вивчення дисципліни «Складні процеси обробки металів тиском» повинне мати своїм результатом:

1. Знати умови захвату та особливості визначення геометричних і кінематичних параметрів осередку деформації при повздовжній періодичній прокатці.

2. Знати види та особливості процесів гвинтової періодичної прокатки, зокрема калібровку інструмента.

3. Знати особливості застосування поперечно-клинової прокатки та вміти запропонувати види та способи поперечно-клинової прокатки для виробництва профілів.

4. Знати існуючі способи профілювання труб та виробництва біметалевих труб, особливості напружено-деформованого стану та формозміни при різних видах профілювання.

Критерії успішності – отримання позитивної оцінки при захисті індивідуального завдання та складанні екзамену.

Після вивчення дисципліни «Складні процеси обробки металів тиском» студент повинен орієнтуватись у способах отримання тих чи інших спеціальних профілів та основних етапах технологічного процесу їх виготовлення.

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Відповідно до навчального плану, дисципліну «Складні процеси обробки металів тиском» студенти спеціальності 136 – Металургія заочної форми навчання вивчають на першому курсі. Загальний обсяг дисципліни для студентів заочної форми навчання складає 120 академічних годин. Розподіл годин за видами занять представлено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Розподіл навчальних годин за семестрами, видами занять та видами контролю

Семестр	Усього	Аудиторні заняття			Самостійна робота	Види контролю
		Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття		Індивідуальне завдання. Екзамен
I	120	8	4	4	104	

Робоча навчальна програма дисципліни з темами занять та методичними вказівками до лекційного матеріалу наведена у розділі 3.

Передбачені програмою лабораторні та практичні заняття, їх теми та зміст наведено, відповідно, у розділах 4 та 5.

Студенти заочного факультету матеріал програми вивчають самостійно, а лекції, що викладаються їм, носять допоміжний характер і ні в якому разі не можуть замінити підручники.

При вивченні дисципліни «Складні процеси обробки металів тиском» планується контрольована викладачем самостійна робота, що передбачає:

- самостійне вивчення розділів дисципліни, що не викладаються на лекціях;
- підготовку до практичних та лабораторних занять;
- вивчення лекційного матеріалу;
- виконання індивідуального завдання.

Варіанти індивідуальних завдань і методичні вказівки для їх виконання наведено в розділі 6. Індивідуальне завдання повинне бути захищено при особистій співбесіді з викладачем.

2 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Грудев А.П. Технология прокатного производства / А.П. Грудев, Л.Ф. Машкин, М.И. Ханин - М.: Металлургия, 1994. - 656 с.
2. Целиков А.И. Специальные прокатные станы / А.И. Целиков, М.В. Барбарич, М.В.Васильчиков и др. - М.: Металлургия, 1971. – 336 с.
3. Потапов И.Н. Технология винтовой прокатки / И.Н. Потапов, П.И. Полухин - М.: Металлургия, 1990. – 344 с.
4. Клушин В.А. Совершенствование поперечно-клиновой прокатки / В.А. Клушин, Е.Н. Макушок, В.Я. Щукин - Минск: Наука и техника, 1980. – 280 с.
5. Клушин В. А. Технология и оборудование поперечно-клиновой прокатки / В. А. Клушин, А. О. Рудович. – Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2010. – 300 с.
6. Данченко В.Н. Производство профильных труб / В.Н. Данченко, В.В. Сергеев, Э.В. Никулин – М.: Интермет Инжиниринг, 2003. - 224с.
7. Чепурко М. И. Производство биметаллических труб и прутков / М.И. Чепурко, В. Я. Остренко, А. А. Когадеев и др. – М.: Металлургия, 1986. – 240 с.
8. Голованенко С.А. Производство биметаллов / Голованенко С.А., Меандров Л.В. - М.: Металлургия, 1986. – 159 с.

Додаткова

9. Данченко В.М. Виробництво профільних труб волочінням. Навч. пос. / В.М. Данченко, Е.В. Нікулін, О.М. Головка, В.В. Бояркін – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2003. - 52с.
10. Грановский С.П. Новые процессы и станы для прокатки изделий в винтовых калибрах / С.П. Грановский – М.: Металлургия, 1980. – 116 с.
11. Смирнов В.С. Продольная периодическая прокатка / В.С. Смирнов, В.Д. Дурнев, Н.П. Кашевский – Л.: МАШГИЗ, 1961. – 255 с.
12. Коликов А.П. Новые процессы деформации металлов и сплавов / Коликов А.П., Полухин П.И., Крупин А.В. и др. – М.: Высшая школа, 1986. - 351с.

3 ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Розподіл навчальних годин за темами і видами занять з дисципліни «Складні процеси обробки металів тиском» наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Розподіл навчальних годин за темами і видами занять

№ тем	Найменування тем	Види занять				
		Аудиторні, годин	Лекції, годин	Практичні, годин	Лабораторні, годин	Самостій не вивчення, годин
1	2	3	4	5	6	7
1	Поздовжня прокатка періодичних профілів	6	2	-	4	24
2	Поперечно - гвинтова прокатка	6	2	4	-	24
3	Поперечно-клинова прокатки	2	2	-	-	28
4	Виробництво профільних труб	2	2	-	-	28
	ВСЬОГО	16	8	4	4	104

Відповідно до навчальної програми студент зобов'язаний засвоїти всі теми дисципліни. Нижче наводяться зміст робочої програми дисципліни і методичні вказівки до вивчення окремих тем з поділом на лекційне і самостійне вивчення. При вивченні дисципліни матеріал програми варто вивчати в послідовності розділів, що викладені нижче.

Тема 1. Основи теорії поздовжньої періодичної прокатки

Лекційний матеріал (2 години)

Сортамент і класифікація періодичних профілів. Переваги періодичної прокатки. Особливість станів періодичної прокатки. Способи поздовжньої

прокатки періодичних профілів. Геометричні параметри осередку деформації. Кінематичні закономірності процесу. Умови захвату при прокатці зі зростанням та зменшенням обтиску. Принципи калібрування валків, що призначаються для періодичної прокатки.

Самостійне вивчення (24 годин)

При вивченні теми необхідно розглянути сортамент та класифікацію періодичних профілів. Детально розглянути способи прокатки періодичних профілів та їх переваги. Вміти відобразити принципові схеми існуючих способів прокатки періодичних профілів.

Розглянути геометричні параметри осередку деформації при періодичній прокатці зі зростанням та зменшенням обтиску. Вивчити умови захвату.

Проаналізувати принципи калібрування валків, що призначаються для періодичної прокатки.

[1], С. 632-636; [2], С. 3-6.

Питання для самоперевірки

1. Сортамент та класифікація періодичних профілів.
2. Схема періодичної прокатки в круглих валках зі змінною відстанню між осями.
3. Схема періодичної прокатки в валках зі змінним радіусом при нерегульованою відстанню між осями.
4. Схема деформування в вальцях.
5. Умови захвату при періодичній прокатці зі зростанням та зменшенням обтиску.
6. Принципи калібрування валків.

Тема 2. Поперечно-гвинтова прокатка

Лекційний матеріал (2 години)

Основи процесу гвинтової прокатки круглих періодичних профілів у валках із регульованою відстанню між їх осями. Функції натягу. Процес прокатки у гвинтових калібрах. Типи станів для прокатки куль. Технологія прокатки куль, які мелють, та куль заготовок для підшипників.

Самостійне вивчення (16 годин)

Розглянути загальні закономірності гвинтової прокатки періодичних профілів, особливості і переваги гвинтової прокатки. Провести аналіз схеми процесу гвинтової прокатки круглих періодичних профілів у валках із регульованою відстанню між їх осями.

Вивчити функції натягу. Студент повинен знати переваги процесу деформації з використанням натягу.

Необхідно засвоїти особливості двовалкової та трьохвалкової схеми деформації. Що обумовлює використання дискових чи конічних валків.

Розглянути стани для прокатки куль. Засвоїти технологію прокатки куль, які мелють, та куль заготовок для підшипників. Вміти обирати заготовку. Проаналізувати калібри для прокатки куль.

[1], С. 636-643; [2], С. 47-48, 51-58, 75-76, 83-122, 151-160.

Питання для самоперевірки

1. Схема процесу гвинтової прокатки круглих періодичних профілів у валках із регульованою відстанню між їх осями
2. Функції натягу при періодичної гвинтової прокатці.
3. Особливості двовалкової та трьохвалкової схеми деформації.
4. Типи станів для прокатки куль.
5. Технологія прокатки куль, які мелють.
6. Технологія прокатки куль заготовок для підшипників.
7. Дільниці калібрів для прокатки куль, які мелють.
8. Дільниці калібрів для прокатки куль заготовок для підшипників.

Тема 3. Поперечно-клинова прокатка

Лекційний матеріал (2 години)

Основи процесу поперечно-клинової прокатки. Способи поперечно-клинової прокатки. Схеми поперечно-клинової прокатки. Інструмент для поперечно-клинової прокатки.

Самостійне вивчення (28 годин)

Студент повинен ознайомиться з основами процесу поперечно-клинової

прокатки. Розглянути способи поперечно-клинової прокатки для виготовлення різноманітних деталей. Відзначити переваги того чи іншого способу. Вивчити схеми по яких відбувається поперечно-клинова прокатка. Відзначити переваги валкових станів.

Розглянути інструмент, що використовується при поперечно-клинової прокатці. Особливу увагу приділити типам інструментів, принципам калібровки.

[4], С. 3-5, 126-149, 191-211; [5], С. 5-250.

Питання для самоперевірки

1. Сутність поперечно-клинової прокатки.
2. Вироби, що виготовляють поперечно-клиновою прокаткою.
3. Способи поперечно-клинової прокатки.
4. Схеми поперечно-клинової прокатки.
5. Гаряча поперечно-клинова прокатка.
6. Тепла поперечно-клинова прокатка.
7. Холодна поперечно-клинова прокатка.
8. Матеріал та технологія виготовлення інструменту.

Тема 4. Виробництво профільних труб

Лекційний матеріал (2 години)

Сучасний стан виробництва профільних труб. Вимоги стандартів та сортамент.

Профілювання труб волочінням в кільцях. Профілювання труб з постійною товщиною стінки в поздовжньому та поперечному перерізах. Профілювання труб з перемінною товщиною стінки поздовжньому та поперечному перерізах. Вибір способу профілювання.

Профілювання гарячою поздовжньою прокаткою. Профілювання екструзією. Профілювання гвинтовою прокаткою.

Самостійне вивчення (28 годин)

При вивченні теми необхідно розглянути сортамент та вимоги стандартів до профільних труб. Провести аналіз застосування профільних труб в різних

галузях.

Розглянути особливості профілювання труб волочінням в кільцях. Вивчити відмінності устаткування та технологічних операцій при виробництві профільних труб з постійною та змінною товщиною стінки.

Необхідно відмітити особливості профілювання труб в багатоклітьових станах та в багатовалкових калібрах.

Засвоїти технологічні схеми профілювання труб на станах ХПТ та ХПТР. Комбіновані схеми профілювання. Профілювання поздовжньою прокаткою в багатоклітьових станах. Використання багатовалкових калібрів.

Розглянути схеми профілювання труб екструзією та гвинтовою прокаткою. Вивчити основне устаткування.

Студент повинен ознайомитися з основами виробництва труб ротаційним куванням.

[6], 10-26, 27-29, 41-44, 139-154, 200-209.

Питання для самоперевірки

1. Сортамент профільних труб.
2. Вимоги стандартів до профільних труб.
3. Технологія профілювання труб волочінням в кільцях
4. Особливості профілювання на станах ХПТ та ХПТР
5. Особливості профілювання поздовжньою прокаткою в багатоклітьових станах.
6. Технологія профілювання гарячою поздовжньою прокаткою.
9. Виробництво профільних труб способами гвинтової прокатки.
10. Сутність процесу ротаційного кування.

4 ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

Дослідження параметрів процесу періодичної прокатки листів змінної товщини

4.1 Основні положення

Клиноподібні листи та плити, що мають постійну товщину по ширині та змінну по довжині, застосовують для рівномірного навантаження елементів консольного типу, які працюють в умовах знакозмінного навантаження. Клиноподібні листи використовують у якості матеріалу обшивки в авіації, лопатей вітроенергетичних установок, при виготовленні зварних труб зі змінної товщиною стінки по довжині.

Зміна поперечного перерізу листа по довжині може відбуватися за законом прямої, або по якому-небудь криволінійному закону, або періодично, т. е. ступенями.

Раніше, такі листи виготовляли механічною обробкою на фрезерних верстатах, що призводило до великих відходів металу. Крім того, під час механічної обробки перерізувалися волокна металу, що призводило до зниження характеристик втомленості у процесі експлуатації вузлів, які виконані із застосуванням таких листів.

Іншим способом отримання листів змінного перерізу є травління у концентрованих розчинах лугів та кислот.

Перші 2 способи дозволяють отримати листи як з рівномірною зміною поперечного перерізу, так і періодично, ступенями.

Застосування процесів прокатки для виробництва листів змінного перерізу дозволило значно знизити витрати металу. Цим способом виготовляються листи тільки з рівномірною зміною площі поперечного перерізу. Однак різний ступень деформації по довжині листа впливає на структуру та механічні властивості.

Прокатують наступні види листів змінного перерізу: з односторонньою клиноподібністю; з односторонньою клиноподібністю і ділянкою постійного перерізу; з двосторонньою клиноподібністю при наявності ділянки постійного перерізу в середині листа.

Для прокатки листів змінної товщини застосовують спосіб поздовжньої періодичної прокатки у круглих валках при змінній міжосьовій відстані. Заданий закон зміни товщини реалізується по довжині листа, як правило, один раз, тобто такий лист є однократним профілем.

Клиноподібність профілю $\text{tg}\psi = u/v$ залежить від швидкості зміни відстані між валками u і швидкості прокатки v .

4.2 Мета роботи

Створення моделі та дослідження процесу періодичного прокатки листів змінної товщини за допомогою програмного комплексу QForm.

4.3 Обладнання, зразки, матеріали, приладдя

Персональний комп'ютер. Програмний комплекс QForm.

Вихідні дані для моделювання: лабораторний стан 200, лист з розмірами $20 \times 50 \times 500$ мм. Матеріал листа – свинець.

Стан, розміри та матеріал зразків було обрано з точки зору можливості виконати експериментальну перевірку отриманих результатів при моделюванні.

4.4 Рекомендації щодо виконання роботи

Створити модель процесу прокатки листа розмірами $20 \times 50 \times 500$ мм зі свинцю на лабораторному стані 200. Використати 3D модель лабораторного стану 200, яка була створена раніше та буде використовуватися у вигляді файлу *list period.qshape*.

Послідовність створення моделі процесу прокатки.

1. Запускаємо програму QForm версії VX та в основному вікні програми натискаємо «Создать новый процесс» (рис. 4.1). Далі переміщуємося крок за кроком по вертикальному меню.

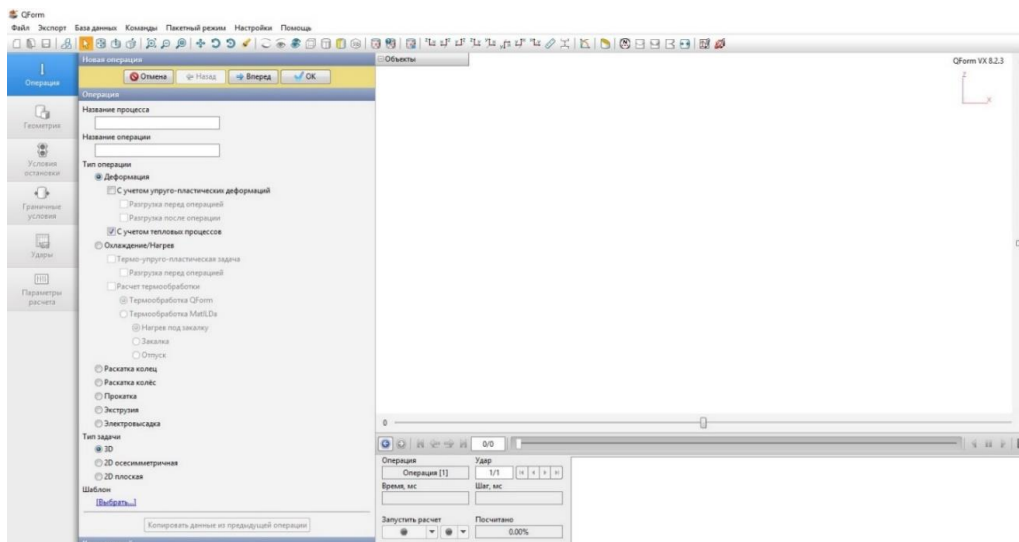


Рисунок 4.1 – Головне вікно програми QForm

2. Во вкладці «Операция» обираємо *Тип задачи* – 3D. Назву процесу та операції можна обрати будь-яку, наприклад, «Rolling periodic sheet» (рис. 4.2).

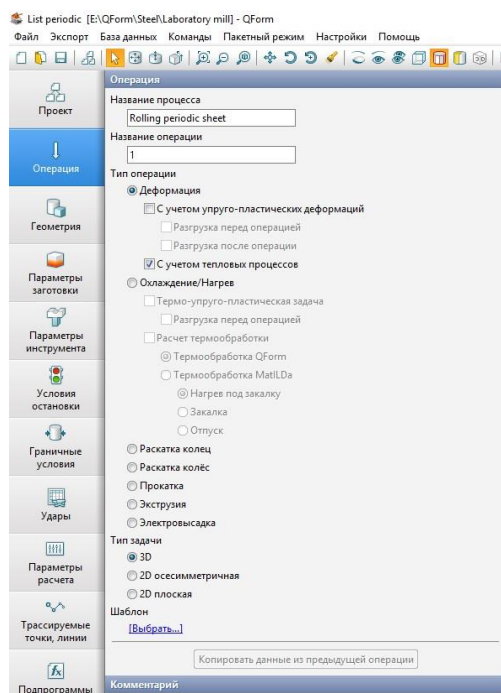


Рисунок 4.2 – Вкладка «Операция»

3. Во вкладці «Геометрия» натискаємо «Загрузить из файла» та вказуємо путь до файлу геометрії (*list period.qshape*). Геометрія, що завантажена, з'являється на екрані. Треба не забути вказати координати осей валків. Для заданої геометрії вісь верхнього валка: 271; -300; 108 – початок; 271; 300; 108 – кінець. Для нижнього валка координати X та Y будуть

аналогічні, а координата Z змінить знак, тобто (-108). Натискаємо «Вперед».

4. Во вкладці «**Параметры заготовки**» задаємо матеріал і температуру заготовки. Для вибору матеріалу натискаємо біля «Материал» [**Выбрать...**]. У вікні бази даних обираємо матеріал *Other\Pb cold* та клацаємо два рази. Після цього матеріал з'явиться во вкладці «**Параметри заготовки**». Задаємо температуру заготовки 20 °C та натискаємо **Вперед**.

5. Во вкладці «**Параметры инструмента**» обираємо тип приводу, температуру, мастило, матеріал для кожного інструмента. Напроти «Привод-Инструмент1» натискаємо [**Выбрать...**], відкриється вікно бази даних устаткування.

У вікні натисніть *Создать* оберіть *Универсальный* у «**Тип привода**». Далі задайте галочкою *Вращение вокруг оси 1* та введіть швидкість - 20 об/мин, позначте крапкою *По часовой стрелке*. Далі натисніть *Сохранить* та задайте ім'я, наприклад, **Roll 200 periodic**. Створений привод з'явиться в папці «**Файл проекта**» або можна зберегти його в папку «**База данных**». Цей привод необхідно призначити для *Инструмент 1* (рис. 4.3).

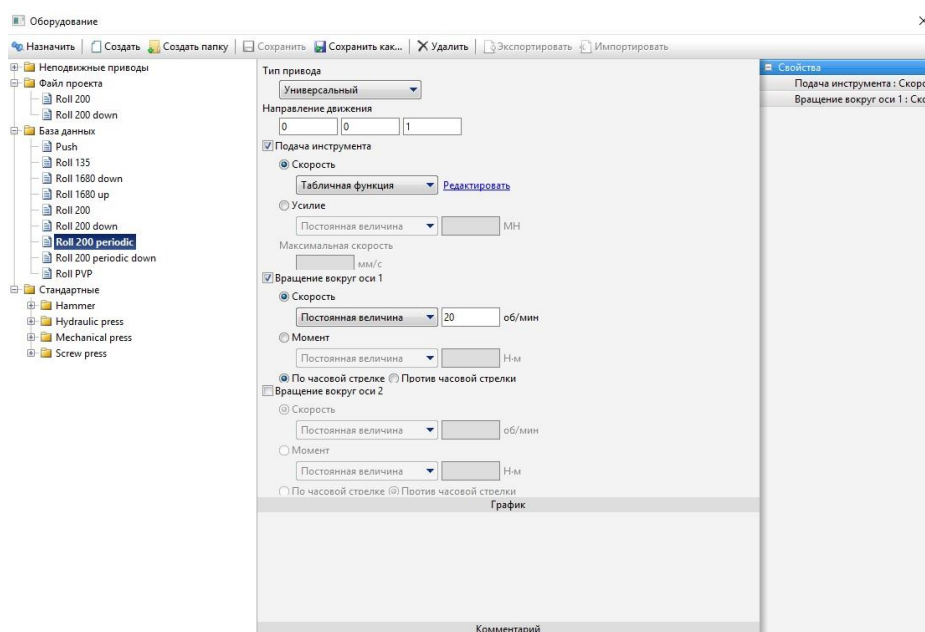


Рисунок 4.3 – Вікно бази даних устаткування

Після створення інструмента, що обертається, необхідно задати переміщення цього інструмента у вертикальній площині для отримання листа змінного перерізу по довжині. Створимо модель прокатки листа з двосторонньою клиноподібністю при наявності ділянки постійного перерізу в

середині листа. Для цього необхідно задати переміщення верхнього валка униз, для збільшення обтиску, та уверх – для зменшення обтиску.

Переміщення задається табличною функцією. Для цього у вікні приводу, який було створено, ставимо галочку напроти *Подача инструмента* та відмічаємо крапкою *Скорость*. Після цього обираємо *Табличная функция* та натискаємо Редактировать.

Задаємо швидкість переміщення валка у вертикальному напрямку в залежності від часу процесу (рис. 4.4). При цьому, якщо переміщення верхнього валка відбувається униз, то швидкість переміщення від’ємна.

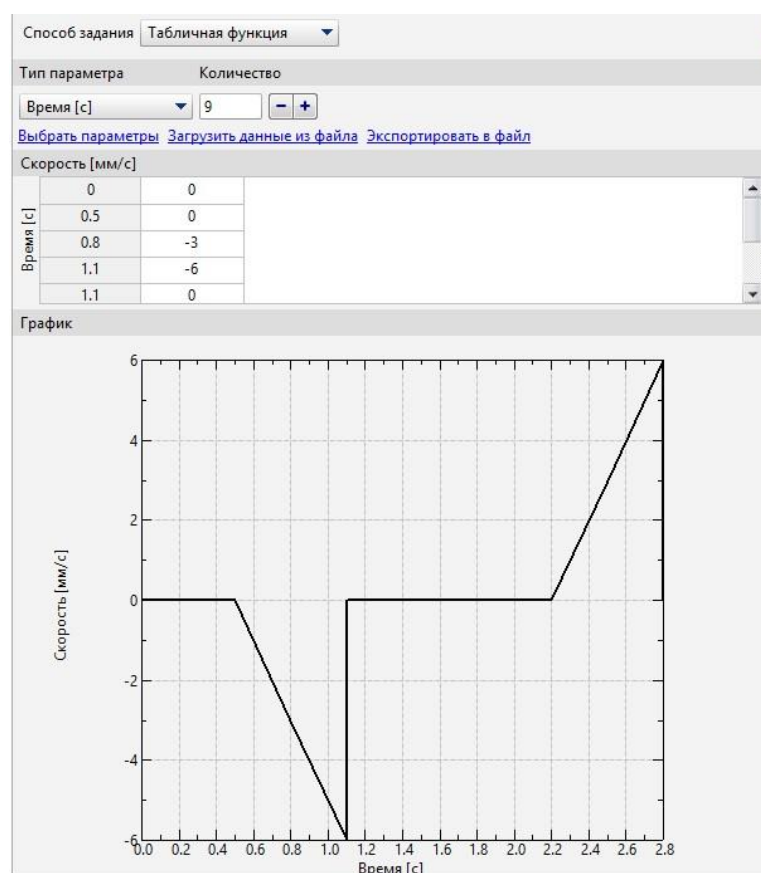


Рисунок 4.4 – Приклад задания переміщення валка у вертикальній площині під час прокатки

Так як валки прокатного стана обертаються з однією швидкістю в різних напрямках, то треба створити аналогічний привод для нижнього валка з іншим напрямком обертання та однаковою швидкістю 20 об/хв. Його можна зберегти під назвою **Roll 200 periodic down**. Після створення призначити привод для *Инструмент 2*.

Напроти *Смазка* натисніть **[Выбрать...]** та подвійним клацанням задайте

мастило *Zibel 0_95* (за моделлю Зібеля). Мастило з'явиться напроти всіх інструментів.

Напроти *Материал* натисніть **[Выбрать...]** та подвійним клацанням задайте матеріал 40Х. Матеріал з'явиться напроти всіх інструментів.

Напроти *Температура [С°]* задайте температуру 20 °С.

Натисніть *Вперед*.

6. Во вкладці «**Условия остановки**» можливо задати різні умови. Обираємо умову **Время** та задаємо час у секундах після якого розрахунок процесу зупиниться. Вказуємо 5 секунд.

Натисніть *Вперед*.

7. Во вкладці «**Граничные условия**» встановлюємо температур навколишнього середовища. Обираємо ту, що встановлена за замовчуванням – воздух 20 °С.

В інших вкладках залишаємо все без змін.

8. Натискаємо кнопку **Расчет** и програма запропонує зберегти проект. Задаємо ім'я проекту та натискаємо *Сохранить*. Після цього почнеться розрахунок (рис. 4.5).

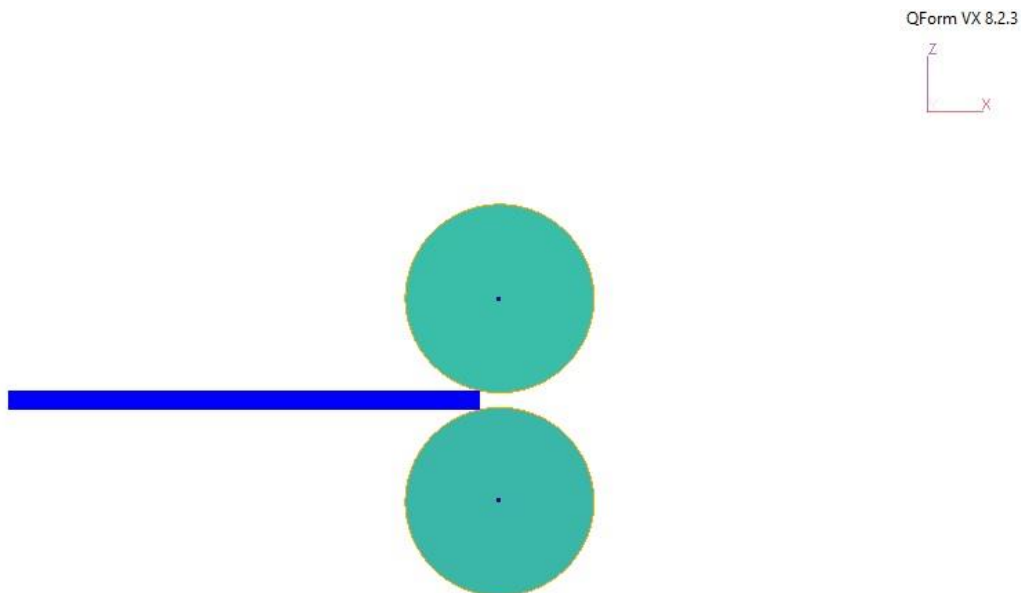


Рисунок 4.5 – Модель процесу прокатки листа

Аналіз даних, що були отримані.

Після завершення розрахунку отримуємо лист змінного перерізу по довжині з потоншеної середньої ділянкою (рис. 4.6)

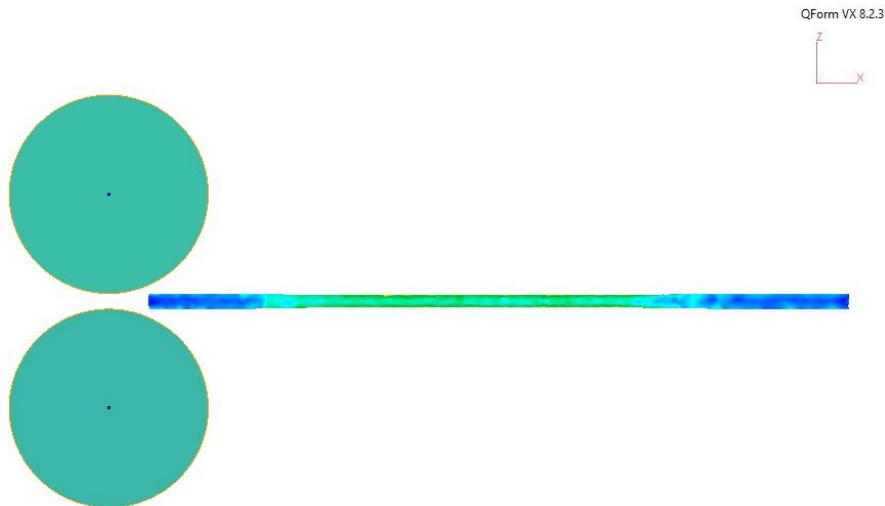


Рисунок 4.6 – Лист змінного перерізу по довжині після прокатки

Після отримання результатів розрахунку, студенти, використовуючи навички аналізу результатів, які отримали при виконання практичного завдання щодо створення моделі прокатки у тривалковому стані, повинні виконати обробку результатів моделювання.

1) Проаналізувати розподіл температури по довжині заготовки після прокатки (рис. 4.7) та зроблені висновки про деформаційний розігрів металу в процесі прокатки.

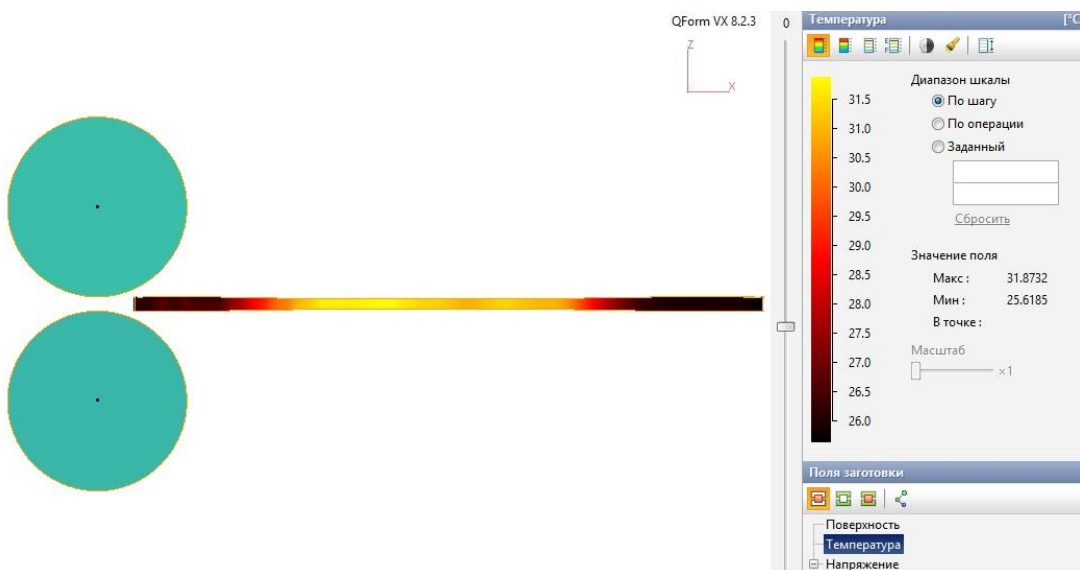


Рисунок 4.7 – Зміна температури по довжині заготовки

2) Проаналізувати графік зміни сили прокатки, що діє на нижній валок.

Зробити висновки про вплив зміни обтиску заготовки на зміну сили прокатки.

4.5 Вимоги до змісту звіту

Звіт по роботі повинен містити: мету роботи, опис ходу виконання та результатів роботи, висновки.

При обробці результатів роботи та написання звіту необхідно надати рисунки з зображенням 3D моделі процесу до та після прокатки, аналіз розподілу температури штаби та графік зміни сили прокатки у часі. Зробити висновки по роботі.

4.6 Контрольні запитання

До якого виду поздовжньої періодичної прокатки відноситься процес, що досліджується у лабораторній роботі?

Які вихідні дані необхідно задати у програмі QForm для створення моделі поздовжньої прокатки?

Як змінюється сила, що діє на валки у процесі прокатки, який досліджується?

5 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Визначення енергосилових параметрів в тривалковому стані періодичної гвинтової прокатки.

Метою даного практичного завдання є отримання навичок використання програмного комплексу QForm для моделювання процесу гвинтової прокатки, а також дослідження параметрів процесу за допомогою створеної моделі.

Модель процесу буде створено на основі стану для прокатки осей 250 ПАТ «Дніпровський металургійний комбінат». 3D модель була створена раніше та буде використовуватися у вигляді файлу *sppv250.qshape*.

Послідовність створення моделі процесу поперечно-гвинтової прокатки в тривалковому стані.

1. Запускаємо програму QForm версії VX та в основному вікні програми натискаємо «Создать новый процесс» (рис. 5.1). Далі переміщуємося крок за кроком по вертикальному меню.

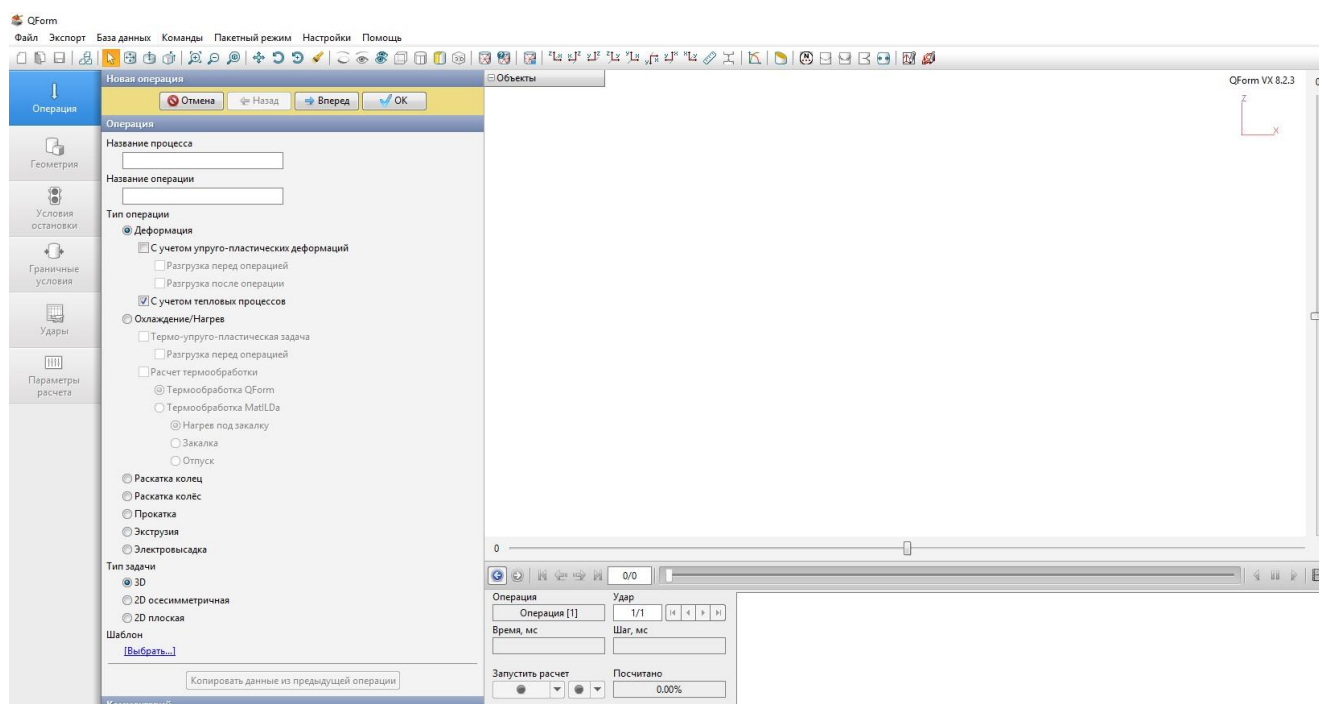


Рисунок 5.1 – Головне вікно програми QForm

2. Во вкладці «Операция» обираємо *Тип операции – Прокатка*, *Тип задачи – 3D*. Назву процесу та назву операції можна обрати будь-яку, наприклад, «Прокатка стан 250» (рис. 5.2).

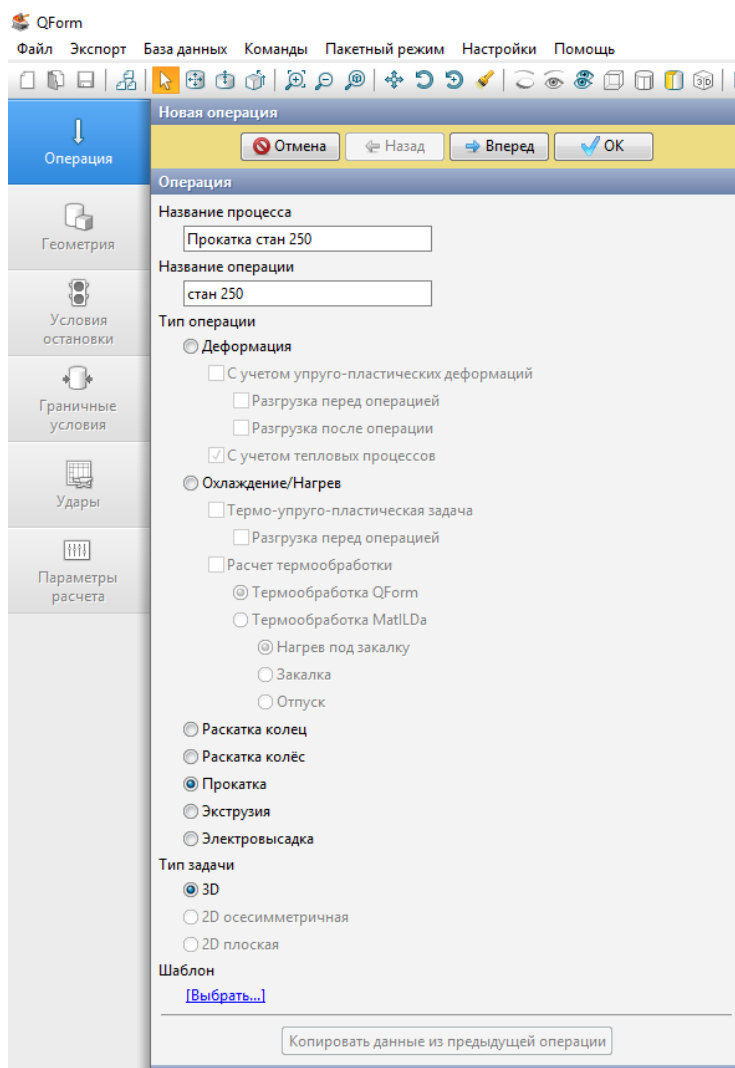


Рисунок 5.2 – Вкладка «Операция»

3. Во вкладці «Геометрия» натискаємо «Загрузить из файла» та вказуємо путь до файлу геометрії. Геометрія, що завантажена, з'являється на екрані. Натискаємо «Вперед».

4. Во вкладці «Параметры заготовки» задаємо матеріал і температуру заготовки. Для вибору матеріалу натискаємо біля «Материал» [Выбрать...]. В окні бази даних обираємо матеріал Steels\Carbon steels\45 та клацаємо два рази. Після цього матеріал з'явиться во вкладці «Параметри заготовки». Задаємо температуру заготовки 1200 °C та натискаємо **Вперед**.

5. Во вкладці «Параметры инструмента» обираємо тип привода, температуру, мастило, матеріал для кожного інструмента. Напроти «Привод-Инструмент1» натискаємо [Выбрать...], відкриється вікно бази даних устаткування.

У вікні натисніть *Создать* оберіть *Универсальный* у «Тип привода». Далі задайте галочкою *Вращение вокруг оси 1* та введіть швидкість - *60 об/мин*, позначте крапкою *По часовой стрелке*. Далі натисніть *Сохранить* та задайте ім'я, наприклад, *Roll PVP*. Створений привод з'явиться в папці «**Файл проекта**». Цей привод необхідно призначити для *Инструмент 1* (рис. 5.3).

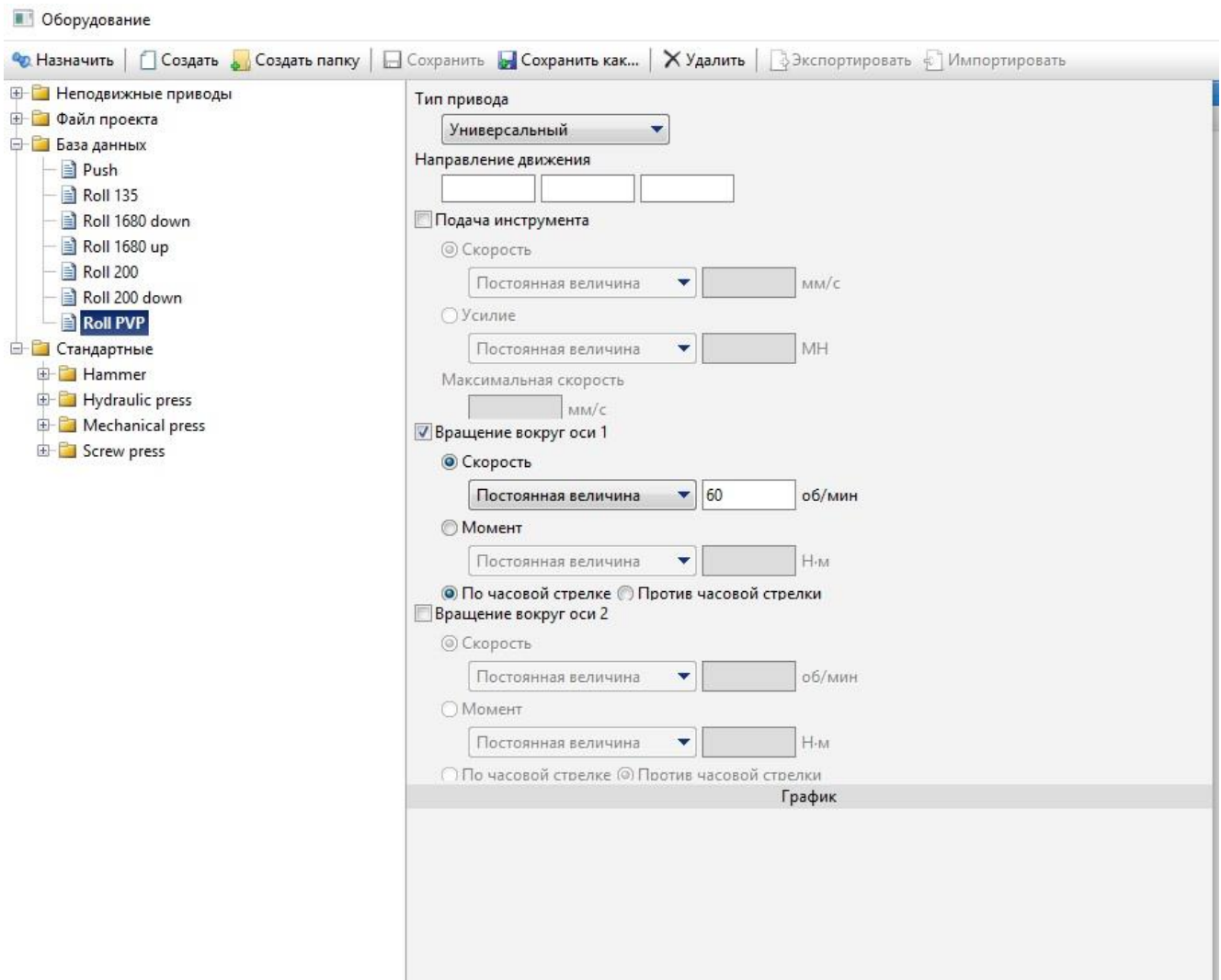


Рисунок 4.3 – Вікно бази даних устаткування

Так як валки стана 250 обертаються з однією швидкістю та в одному напрямку, іншим валкам (*Инструмент 2* та *Инструмент 3*) можемо призначити такий самий привод *Roll PVP*.

Напроти *Смазка* натисніть [**Выбрать...**] та подвійним клацанням задайте мастило *Without sliding* (без ковзання). Мастило з'явиться напроти всіх інструментів. Для інструмента штовхача треба змінити на *Without friction*.

Напроти *Материал* натисніть [**Выбрать...**] та подвійним клацанням

задайте матеріал 40X. Матеріал з'явиться напроти всіх інструментів.

Напроти *Температура* [C°] задайте температуру 20 °C.

Натисніть *Вперед*.

6. Во вкладці «**Условия остановки**» можливо задати різні умови. Обираємо умову **Время** та задаємо час у секундах після якого розрахунок процесу зупиниться. Вказуємо 20 секунд.

Натисніть *Вперед*.

7. Во вкладці «**Граничные условия**» встановлюємо температур навколишнього середовища. Обираємо ту, що встановлена за замовчуванням – воздух 20 °C.

В інших вкладках залишаємо все без змін.

8. Натискаємо кнопку **Расчет** и програма запропонує зберегти проект. Задаємо ім'я проекту та натискаємо *Сохранить*. Після цього почнеться розрахунок (рис. 5.4).

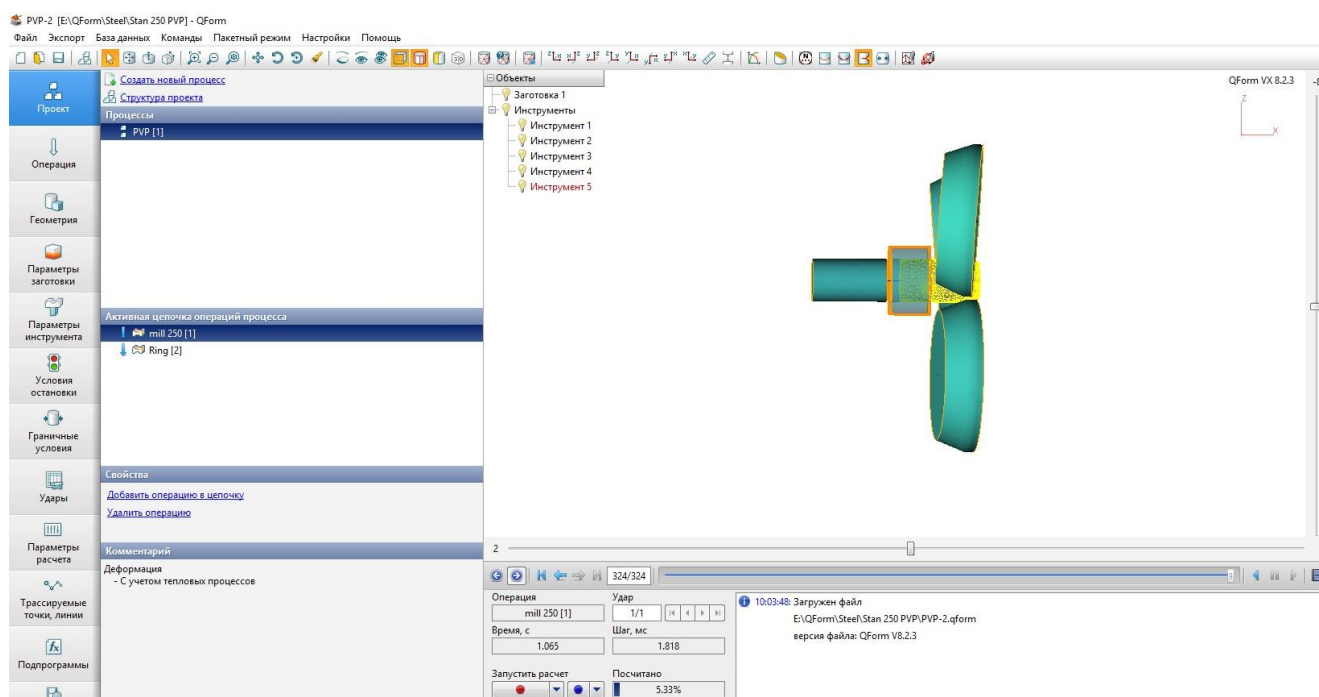


Рисунок 5.4 – Модель процесу прокатки циліндричної заготовки у тривалковому стані

Аналіз даних, що були отримані.

Після розрахунку проаналізуємо зміну температури в процесі деформації. Для цього визначимо максимальне та мінімальне значення температури у

заповненому осередку деформації. Наприклад, після 3 секунд.

При цьому за допомогою інструменту «Создание сечений», отримуємо дані про розподіл температури в поперечному перерізі заготовки на виході з осередку деформації (рис. 5.5).

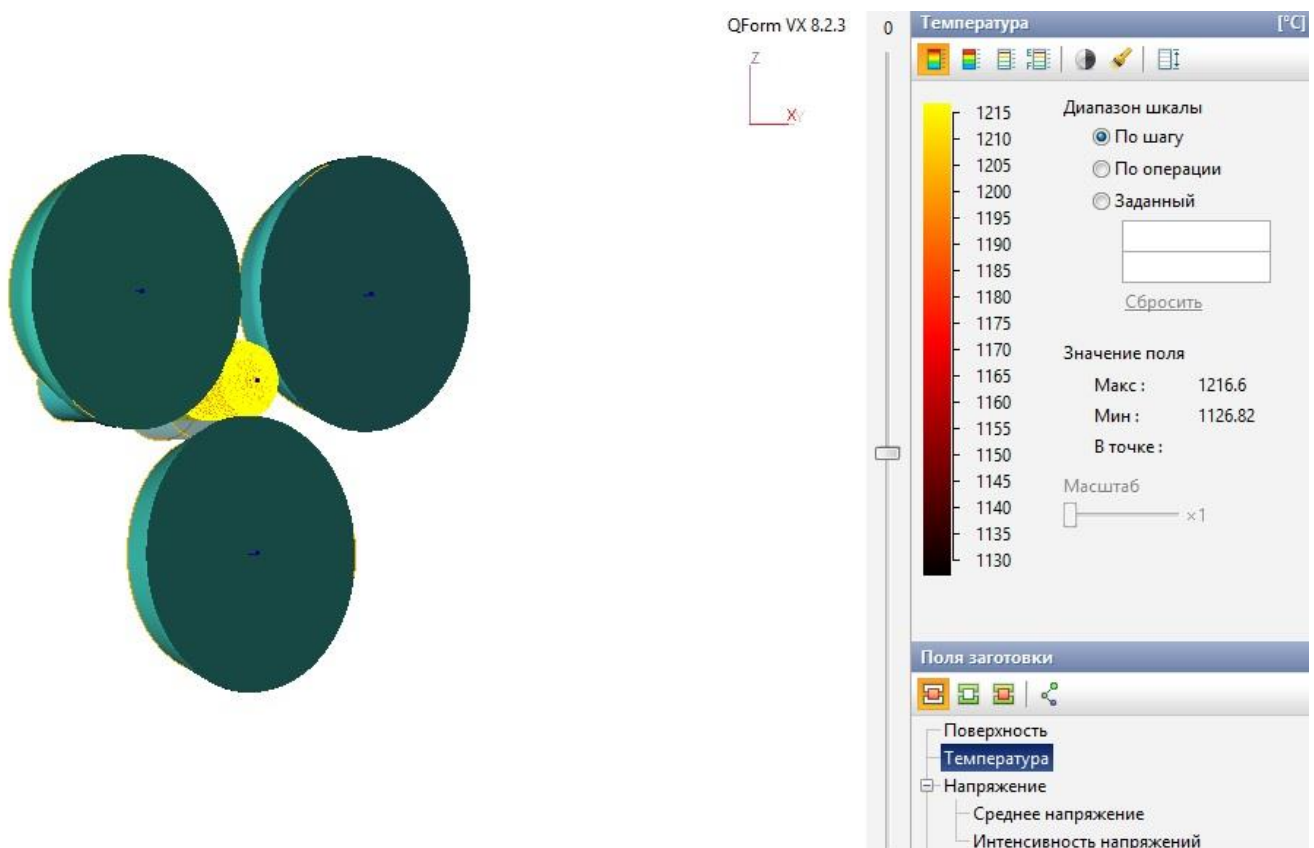


Рисунок 5.5 – Розподіл температури по перерізу заготовки на виході з осередку деформації.

На другому етапі аналізу процесу, за допомогою інструменту «Графики», який запускається за допомогою відповідної кнопки, що розташована на Панелі інструментів, побудуємо графік зміни сили прокатки, що діє на нижній валок (рис. 5.6).

Для додавання графіка натискаємо кнопку **Добавить график слева**. У вікні, що відкриється, обираємо *Объект* (Інструмент 2), *Аргумент* (Время) та *Функция 1* (Усилие Z) та натискаємо **Готово** (рис. 5.7).

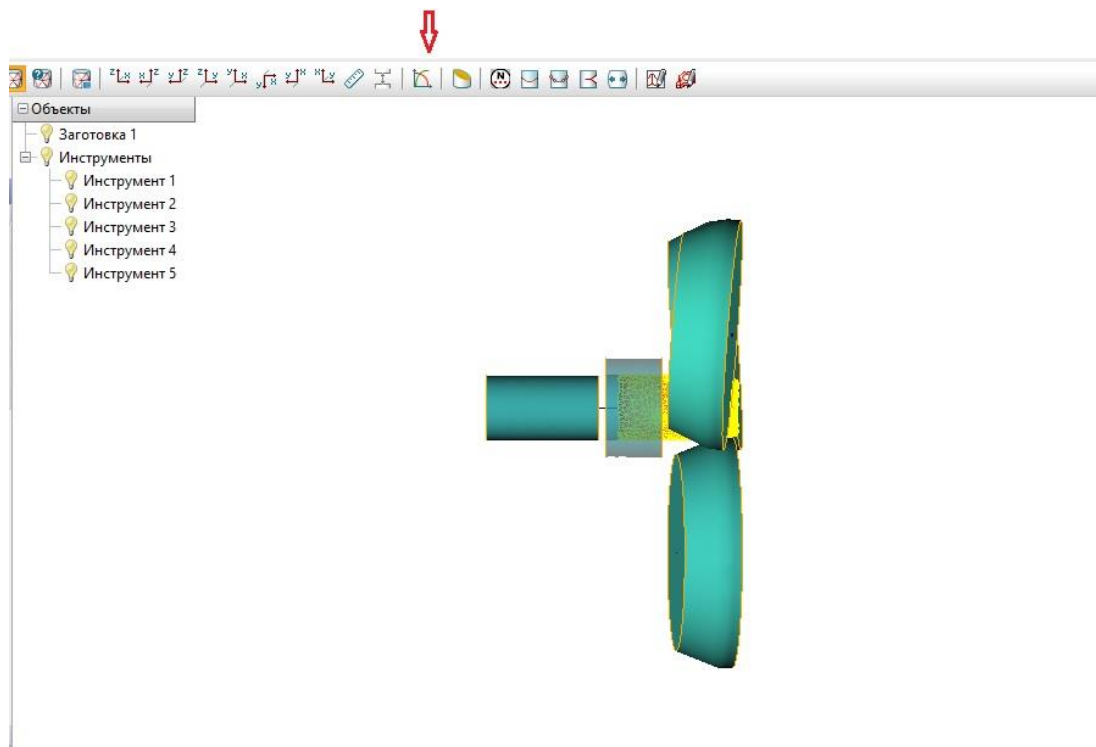


Рисунок 5.6 – Розташування інструменту «Графики» на Панелі інструментів

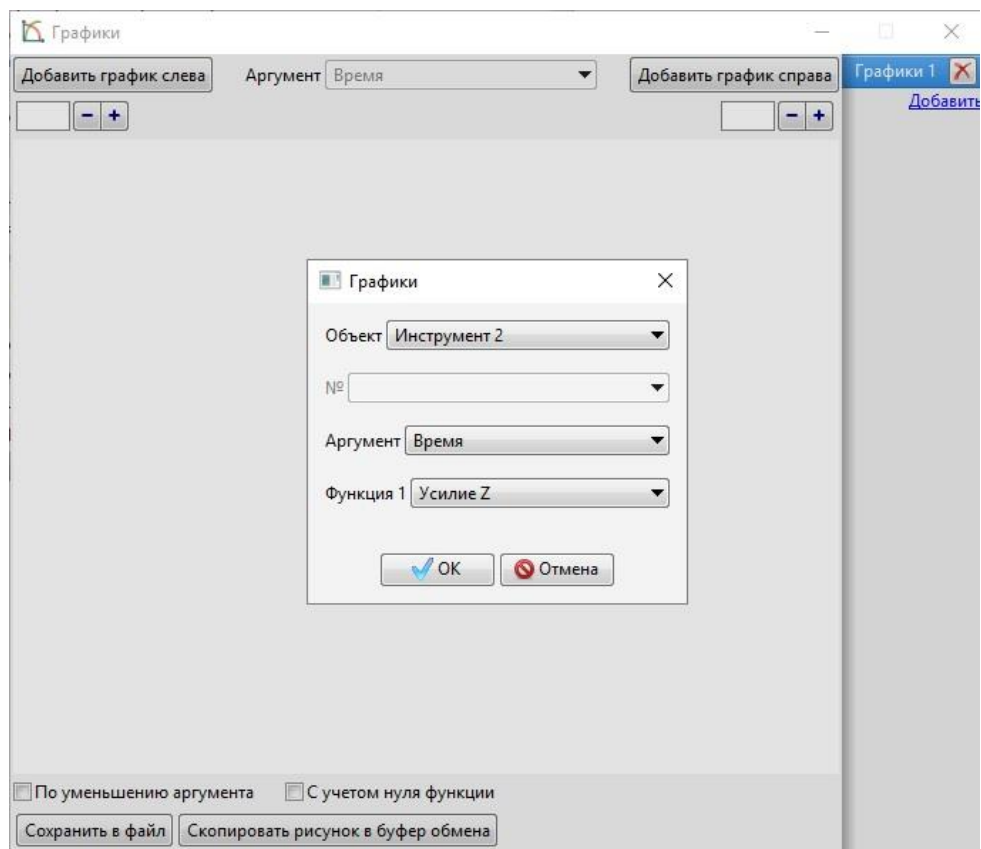


Рисунок 5.7 – Вікно інструменту «Графики»

Отриманий графік (рис. 5.8) можна зберегти у форматі XLS.

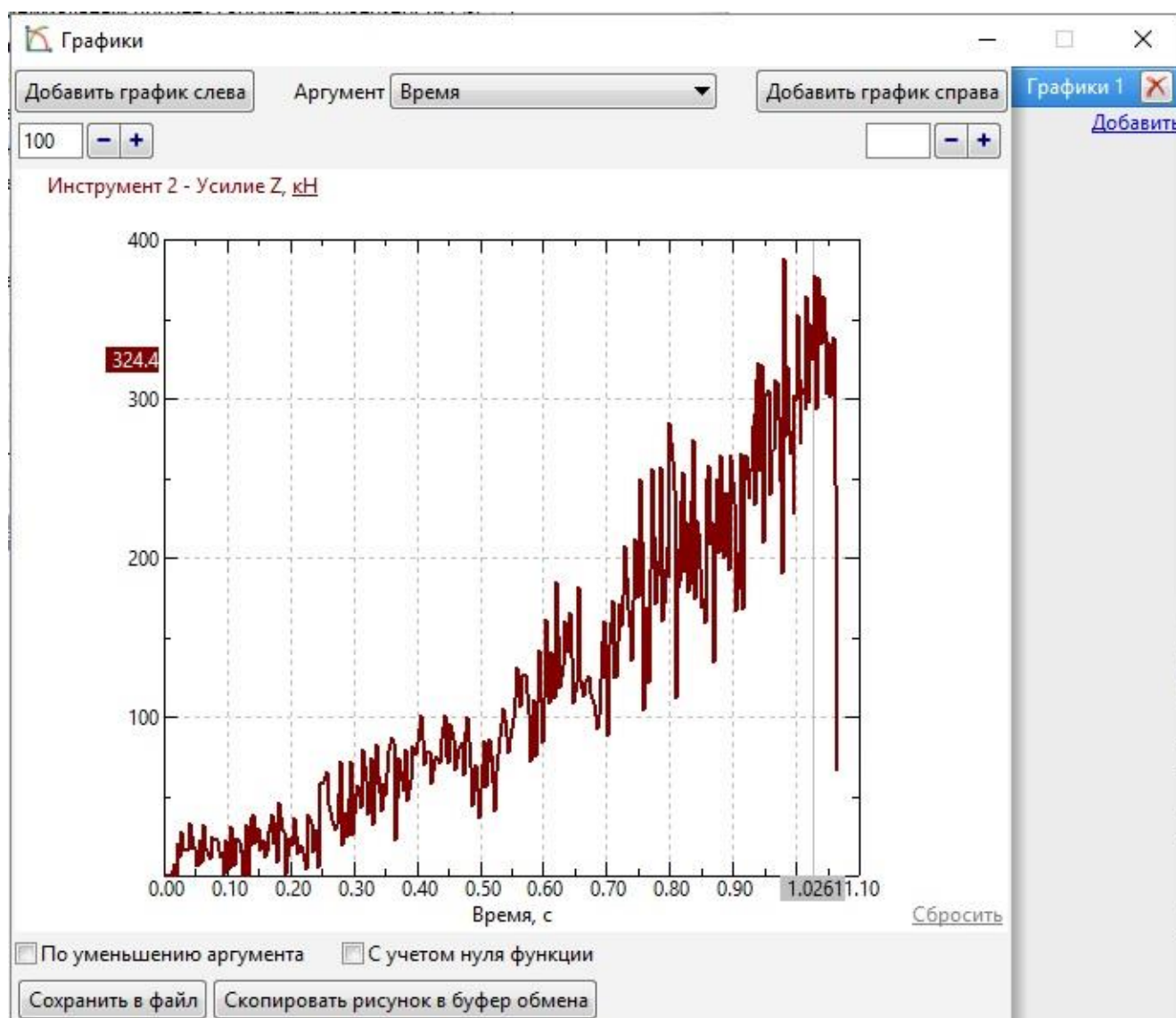


Рисунок 5.8 – Графік зміни сили, що діє на верхній валок у процесі прокатки

Самостійна робота.

Студентам необхідно змінити початкову температуру заготовки з 1200 на 1000 °С, зберегти зміни у створеній моделі та запустити розрахунок.

Після закінчення розрахунку провести аналіз розподілу температури та зміни сили прокатки аналогічний тому, що наведено вище. Проаналізувати отримані результати та зробити висновки.

6 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Студенти обирають варіант індивідуального завдання згідно двох останніх цифр номеру залікової книжки. Номером варіанта є сума останніх двох цифр номеру залікової книжки. Якщо останні дві цифри номеру залікової книжки становлять нулі, то студент виконує 100-й варіант. Номер варіанту є умовним та дає змогу відрізнити які питання необхідно виконати студенту для підготовки індивідуального завдання.

Номер першого завдання – передостання цифра номеру залікової книжки, номер другого завдання – остання цифра номеру залікової книжки. Якщо серед останніх двох цифр номеру залікової книжки є нулі, то студент виконує 10-е завдання.

Наприклад, якщо останні цифри номеру залікової книжки становлять 89, то студенту необхідно виконувати варіант № 89. При цьому номер першого завдання – 8, номер другого завдання – 9.

Питання індивідуального завдання вимагають описової відповіді, що може бути підготовлена на базі навчальної літератури. Відповідь повинна супроводжуватися необхідними ілюстраціями (схемами, графіками), таблицями, формулами. Допускається використання копій складних рисунків. Орієнтовний обсяг індивідуального завдання – 5 - 10 сторінок друкарського тексту.

Індивідуальне завдання, після реєстрації у деканаті заочного факультету, студент надає до препаратурської кафедри ОМТ у терміни, встановлені графіком навчального процесу. Питання для виконання індивідуального завдання представлено нижче.

Перелік тем для виконання першого питання індивідуального завдання

1. Сортамент та класифікація періодичних профілів.
2. Способи повздовжньої прокатки періодичних профілів.
3. Умови захвату при періодичній прокатці зі зростом та спаданням обтиску.
4. Процес гвинтової прокатки круглих періодичних профілів у валках із регульованою відстанню між їх осями.

5. Процес періодичної прокатки в гвинтових калібрах.
6. Технологія прокатки куль заготовок для підшипників.
7. Технологія прокатки куль, що мелють.
8. Способи поперечно-клинової прокатки.
9. Виробництво ребристих труб.
10. Профілювання поздовжньою прокаткою в багатоклітьових станах

***Перелік тем для виконання
другого питання індивідуального завдання***

1. Величина та функції натягу у станах гвинтової періодичної прокатки.
2. Ротаційне кування.
3. Класифікація та характеристики біметалевих труб
4. Виробництво профільних труб процесами КШВ
5. Характеристика станів для прокатки куль.
6. Основні принципи калібровки валків для прокатки коротких тіл обертання.
7. Інструмент станів поперечно-клинової прокатки.
8. Технологія виробництва труб систем сталь-мідь та сталь-бронза.
9. Профілювання труб волочінням в кільцях.
10. Температурні режими поперечно-клинової прокатки.