

№ 2518

# **Информационные технологии в металлургии и машиностроении**

Лабораторный практикум

**№ 2518**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Кафедра технологии и оборудования трубного производства

# **Информационные технологии в металлургии и машиностроении**

Лабораторный практикум

Рекомендовано редакционно-издательским  
советом университета



Москва 2014

УДК 621.77  
И74

Рецензент  
д-р техн. наук, проф. *С.М. Горбатюк*

Авторы:  
*М.М. Скрипаленко, М.Н. Скрипаленко,  
А.В. Данилин, Чан Ба Хюи*

**Информационные технологии в металлургии и машино-**  
И74 **строении** : лаб. практикум / М.М. Скрипаленко [и др.]. – М. :  
Изд. Дом МИСиС, 2014. – 234 с.

ISBN 978-5-87623-836-8

Практикум содержит материал, позволяющий использовать современные программные средства для проектирования и моделирования технологических процессов обработки металлов давлением. Для проектирования изучают программу SolidWorks, а для моделирования процессов формоизменения и расчета параметров напряженно-деформированного состояния материала, распределения температуры в теле заготовки и инструмента, энергосиловых параметров – программу QForm 2D/3D.

Для обучающихся по направлению 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», профильная направленность программы: «Инновационные технологии и оборудование для производства сплошных и полых изделий».

УДК 621.77

ISBN 978-5-87623-836-8

© Коллектив авторов, 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	4
Введение .....	5
Лабораторная работа 1. Моделирование процесса осадки в QForm-2D .....	6
Лабораторная работа 2. Моделирование процесса прессования круглого профиля в QForm-2D .....	28
Лабораторная работа 3. Моделирование процесса штамповки в QForm-2D .....	49
Лабораторная работа 4. Создание деталей в SolidWorks и сборки в QShare для моделирования процесса продольной прокатки в QForm-3D .....	59
Лабораторная работа 5. Моделирование процесса продольной прокатки в QForm-3D .....	79
Лабораторная работа 6. Создание моделей в SolidWorks и их импорт в QShare для моделирования процесса винтовой прокатки в трехвалковом стане в QForm 3D .....	104
Лабораторная работа 7. Моделирование процесса винтовой прокатки в трехвалковом стане в QForm-3D .....	132
Лабораторная работа 8. Создание моделей в SolidWorks и сборки в QShare для моделирования процесса горячей объемной штамповки в QForm-3D .....	159
Лабораторная работа 9. Моделирование процесса горячей объемной штамповки в QForm-3D .....	189
Лабораторная работа 10. Моделирование инструмента при горячей объемной штамповке в QForm-3D .....	216

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Разработка и совершенствование технологических процессов и оборудования для производства металлопродукции, соответствующей существующему и будущему уровню развития науки и техники, обуславливает необходимость подготовки бакалавров металлургических профилей со знанием современных информационных технологий, способных применять и использовать полученные знания при разработке перспективных технических решений.

В лабораторном практикуме по курсу «Информационные технологии в металлургии и машиностроении» представлены работы, позволяющие изучить программные и технические средства, используемые в современных информационных технологиях для разработки технологических процессов обработки металлов давлением (ОМД), в том числе осадки, прессования, штамповки, продольной и винтовой прокатки. При выполнении лабораторных работ студенты, специализирующиеся в области ОМД, получают навыки применения современных САД-САЕ программных продуктов для проектирования деформирующего инструмента, анализа результатов компьютерного моделирования и их визуализации.

Выполнение лабораторных работ позволит выпускнику данного профиля применять полученные знания, умения и навыки при проектировании, разработке, выборе и эксплуатации современных эффективных металлургических технологий и оборудования, обеспечивающего высокие экономические показатели и культуру производства.

Целью практикума является обучение студентов основам использования указанных программ для решения различных инженерных задач в области разработки эффективных технологий и оборудования для производства сплошных и полых изделий ОМД.

При изучении программного продукта SolidWorks пользователь получает навыки построения эскизов и деталей, а при работе в QForm 2D/3D – навыки компьютерного моделирования процессов ОМД, представлению результатов расчета, их визуализации, анализа и разработки рекомендаций. Приведены примеры, сопровождающиеся подробными пояснениями, описываются основные этапы подготовки задачи, ее решения и отображения результатов.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Развитие техники и технологии ставит новые задачи в области разработки высокоэффективных ресурсосберегающих металлургических технологий и оборудования в области обработки металлов давлением. Одним из эффективных современных средств является применение компьютерных технологий в виде САД (Computer aided design) и САЕ (computer aided engineering) программных продуктов.

В настоящее время существует достаточно много программных продуктов, основанных на методе конечных элементов для решения задач проектирования и моделирования процессов обработки металлов давлением. Одними из широко применяемых программных продуктов являются SolidWorks и QForm 2D/3D.

# Лабораторная работа 1

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСАДКИ В QFORM-2D

### 1.1. Цель работы

Освоение навыков работы в QDraft и моделирования процесса осадки в QForm 2D.

### 1.2. Введение

Осадка является одним из самых простых с точки зрения компьютерного моделирования процессов. В работе показано как создать файл с геометрией заготовки и инструмента, задать технологические параметры, запустить расчет, отобразить результаты моделирования.

### 1.3. Порядок выполнения

#### 1.3.1. Создание файла с геометрией заготовки и плит

Откройте программу QForm, выбрав соответствующий ярлык на рабочем столе или с помощью кнопки Пуск.

Откроется диалоговое окно программы QForm (рис. 1.1).

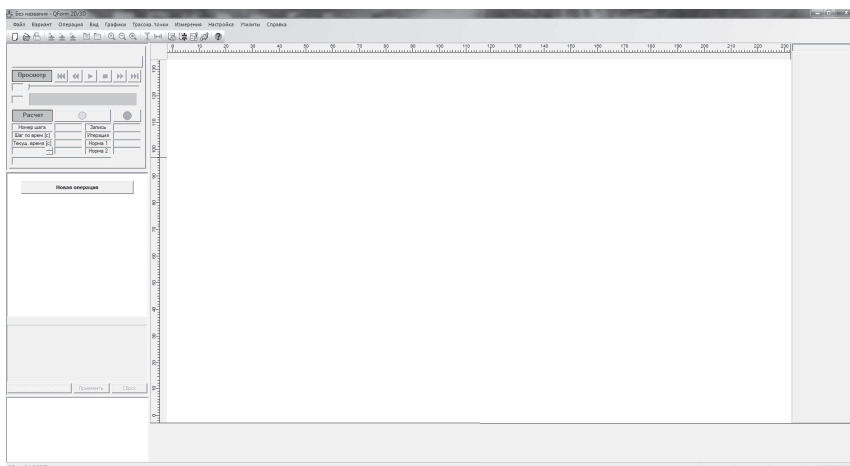


Рис. 1.1. Диалоговое окно при запуске QForm

Выберите левой кнопкой мыши Редактор 2D геометрии QDraft (рис. 1.2).

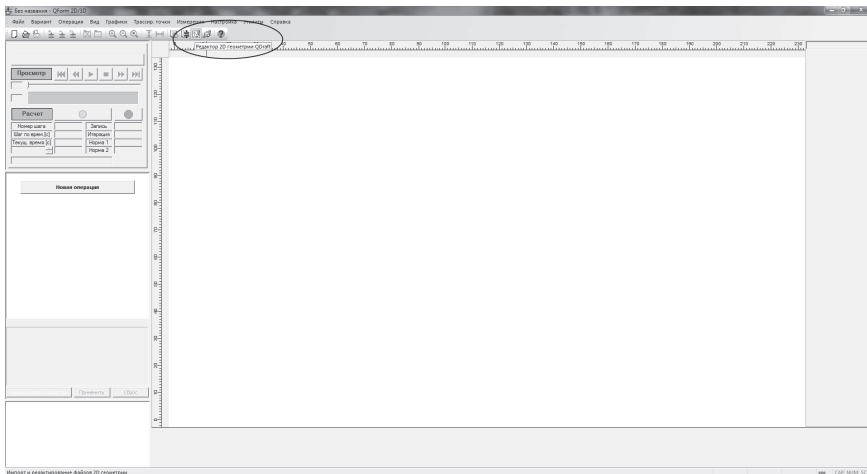


Рис. 1.2. Выбор Редактор 2D геометрии QDraft

После этого откроется окно **QForm-Редактор геометрии** (рис. 1.3).

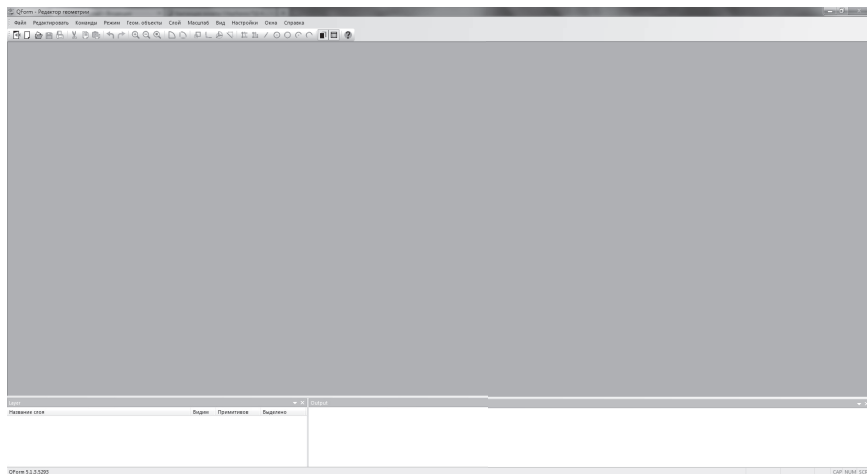


Рис. 1.3. Вид диалогового окна редактора 2D геометрии QDraft

Выберите в меню **НОВЫЙ** (рис. 1.4).



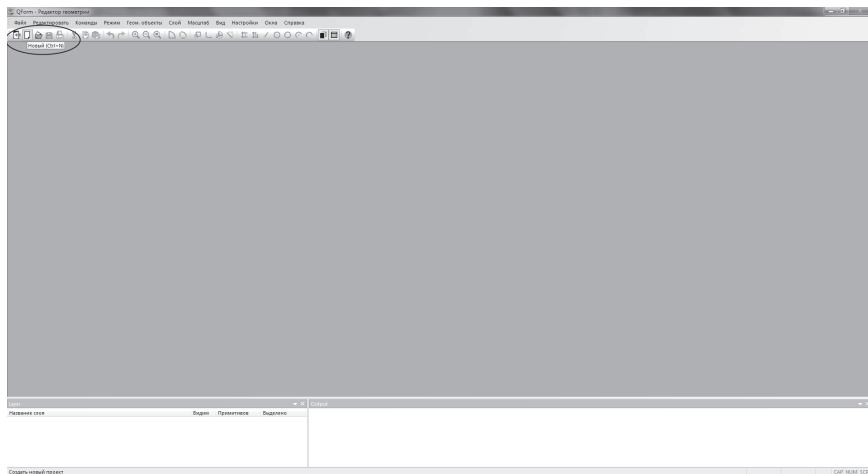


Рис. 1.4. Команда **НОВЫЙ** в меню QDraft

После выбора **НОВЫЙ** появится графическая область для создания объектов заготовки и деформирующего инструмента (рис. 1.5).

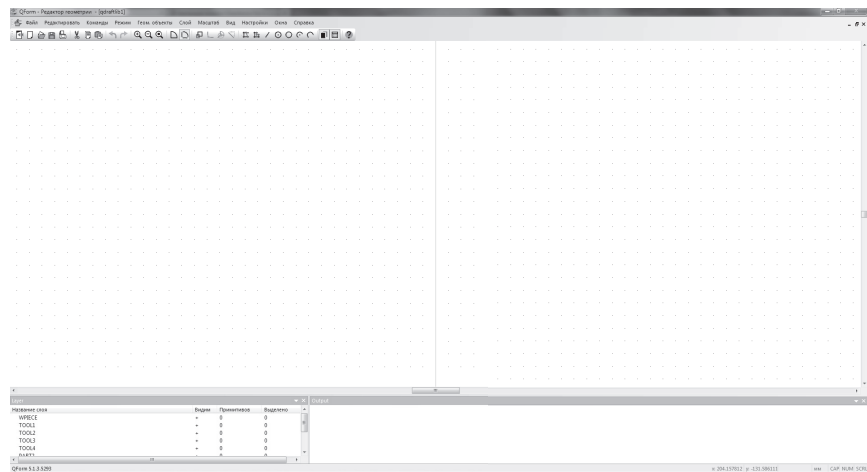


Рис. 1.5. Графическая область для создания объектов заготовки и деформирующего инструмента в QDraft

Выберите команду **Полилиния** в меню (рис. 1.6).

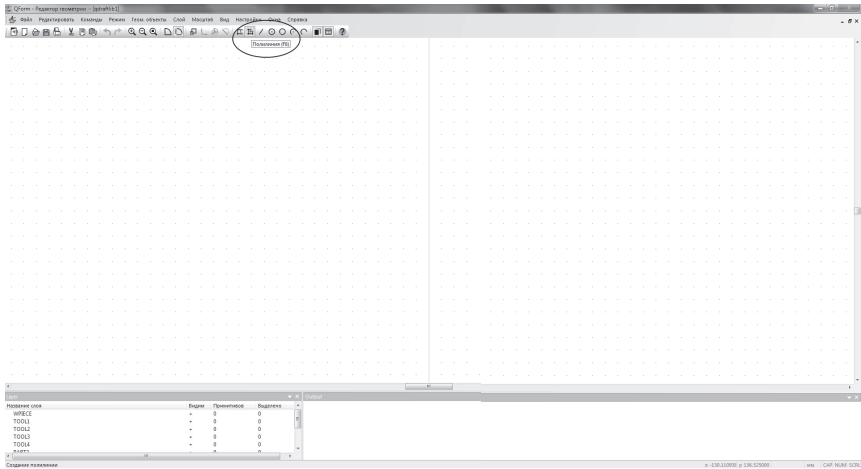


Рис. 1.6. Команда Полилиния в меню QDraft

Наведите курсор на линию симметрии и нажмите правую кнопку мыши, в появившемся окне выберите Задать координаты левой кнопкой мыши (рис. 1.7). Появится окно для ввода координат. По оси X введите «0», по оси Y – «20», затем нажмите [Enter] (рис. 1.8).

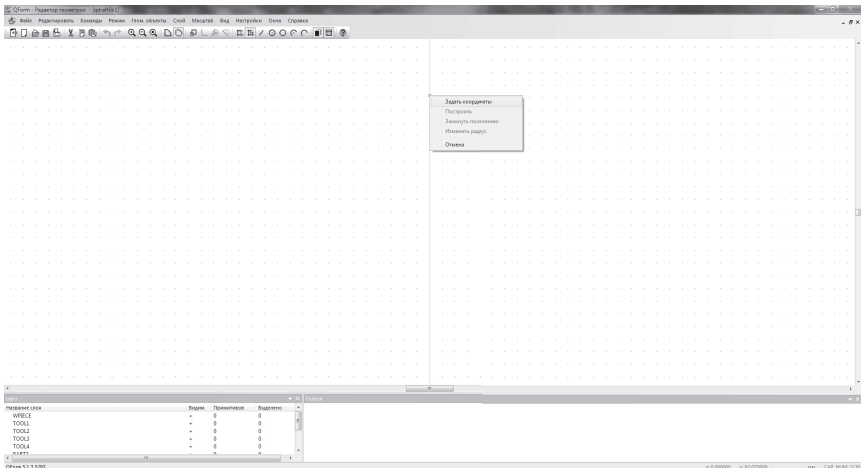


Рис. 1.7. Выбор команды Задать координаты

После этого отведите курсор мыши вправо и еще раз нажмите правую кнопку мыши, выберите Задать координаты. По оси X введите «20», по оси Y – «20», затем нажмите [Enter] (рис. 1.9). Анало-

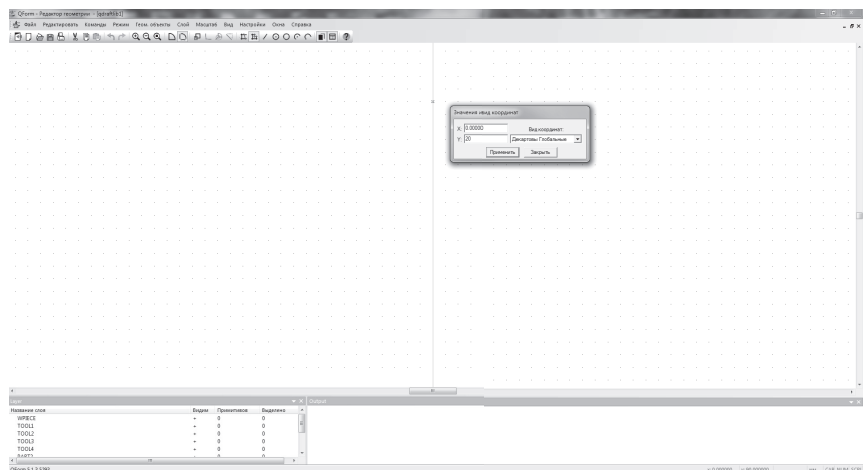


Рис. 1.8. Задание координат для первой точки

гичным образом задайте еще две точки, с координатами (20; -20) и (0; -20) (рис. 1.10). После того как зададите значение координат четвертой точки и нажмете [Enter], переведите курсор мыши на свободное место в графической области, нажмите правую кнопку мыши и выберите **Замкнуть** полилинию (рис. 1.11). Полученный контур будет соответствовать контуру заготовки при осадке (рис. 1.12).

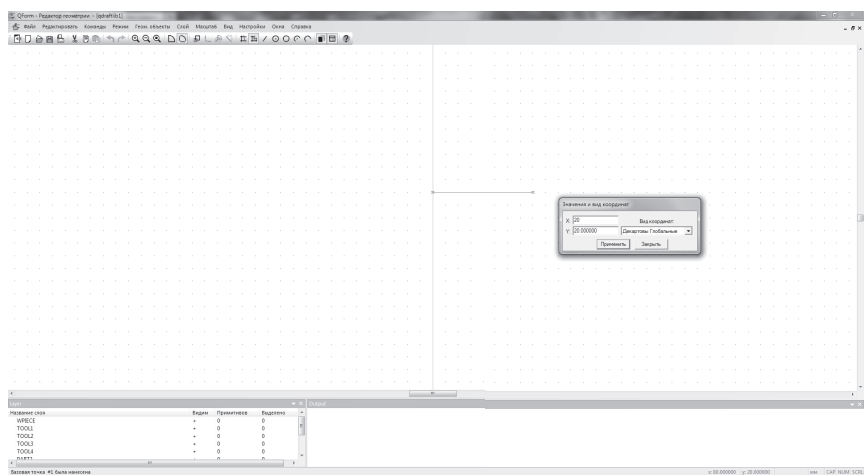


Рис. 1.9. Задание координат для второй точки

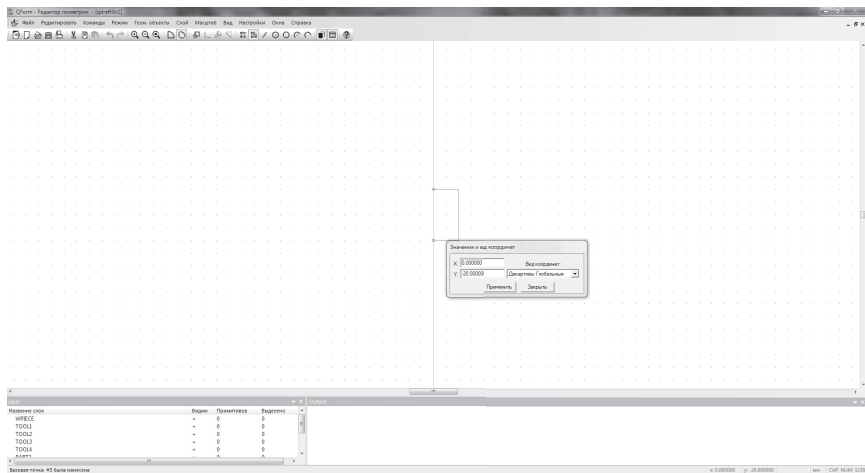


Рис. 1.10. Вид графической области при задании координат четырех точек

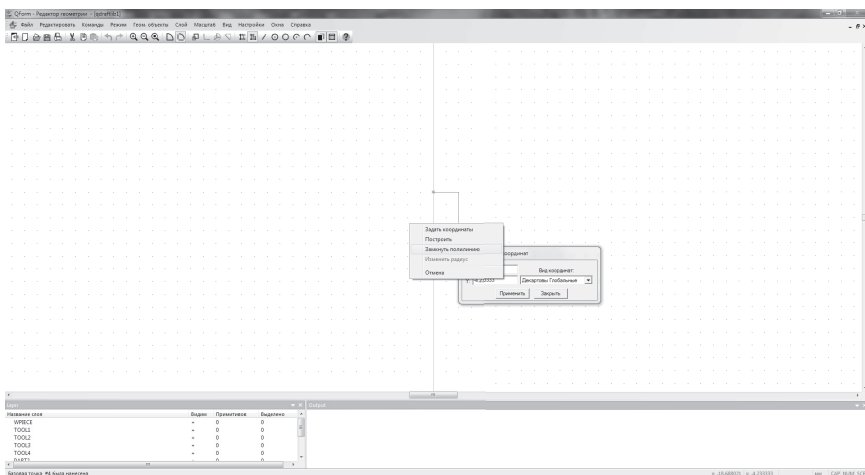


Рис. 1.11. Выбор команды Замкнуть полилинию

Аналогичным образом надо нарисовать контуры для верхней и нижней плиты. Точки для создания полилинии для верхней плиты: (40;0), (60;40), (60;30), (30;0). Затем замкните полилинию аналогично указанному выше. Получатся контуры, представленные на рис. 1.13.

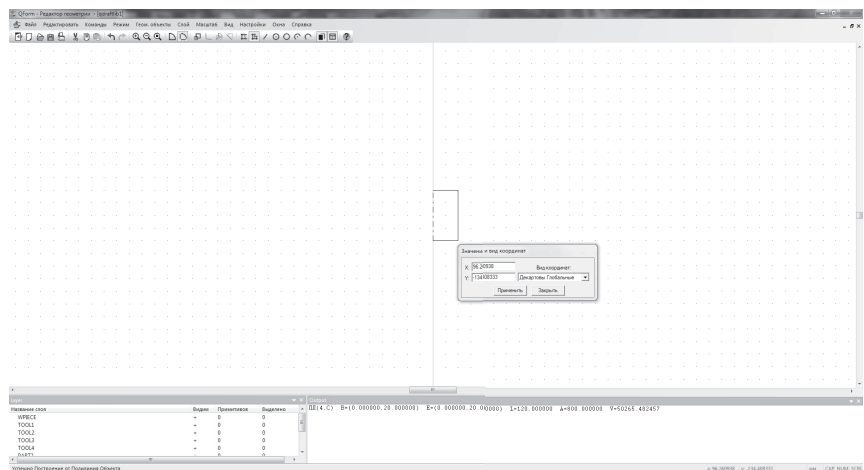


Рис. 1.12. Полученный контур заготовки

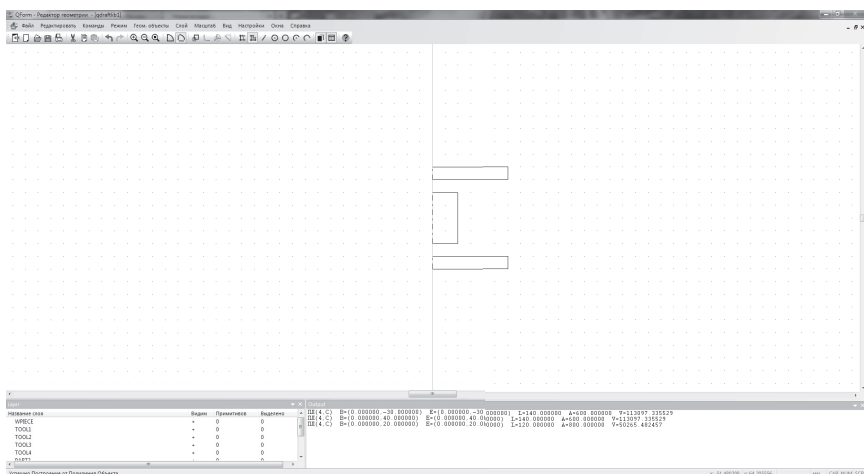


Рис. 1.13. Контуры плит и заготовки

Убедившись что кнопка Полилиния неактивна (если она активна – выберите ее левой кнопкой мыши для перевода в неактивный режим) (рис. 1.14).

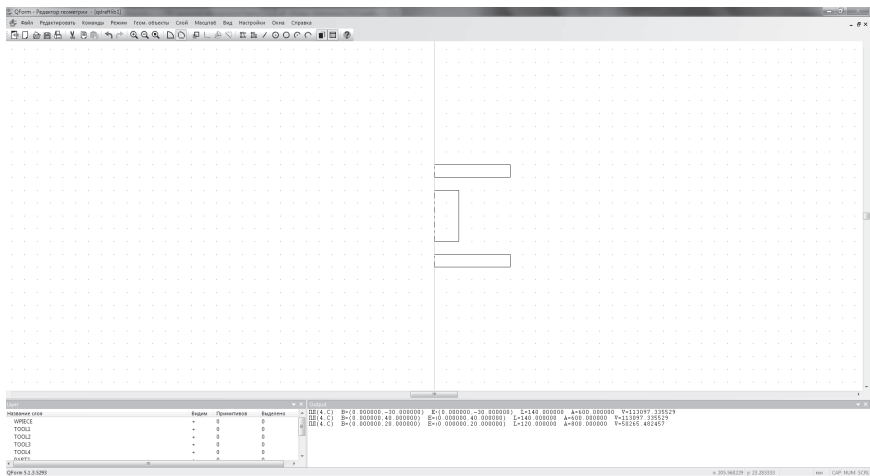


Рис. 1.14. Меню QDraft с неактивной командой Полилиния

Выберите команду Выделить в окне Alt+S (рис. 1.15).

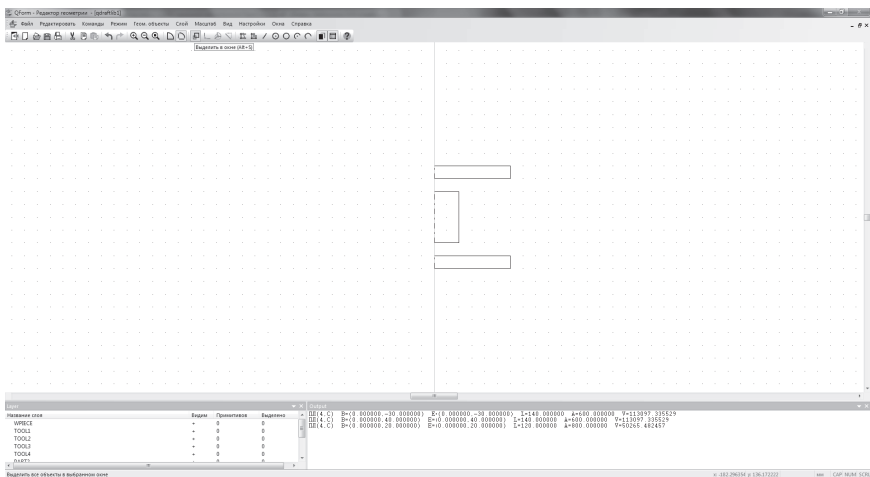


Рис. 1.15. Положение команды Выделить в окне Alt+S в меню QDraft

Удерживая левую кнопку мыши, выделите область, в которой находится контур заготовки (рис. 1.16).

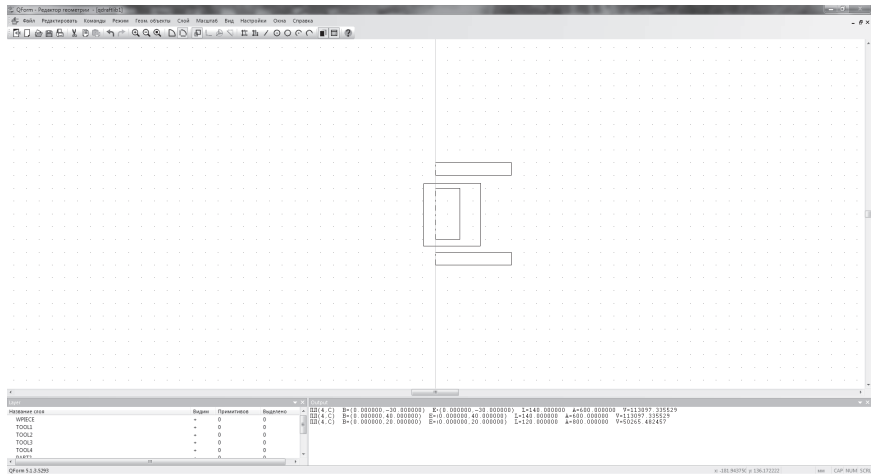


Рис. 1.16. Выделение области, содержащей контур заготовки

Выбранный контур выделится цветом, и линии выбранного контура станут толще. Нажмите правую кнопку мыши рядом с выбранным контуром и выберите **WPIECE** (рис. 1.17). Это действие означает, что выбранный контур будет соответствовать заготовке.

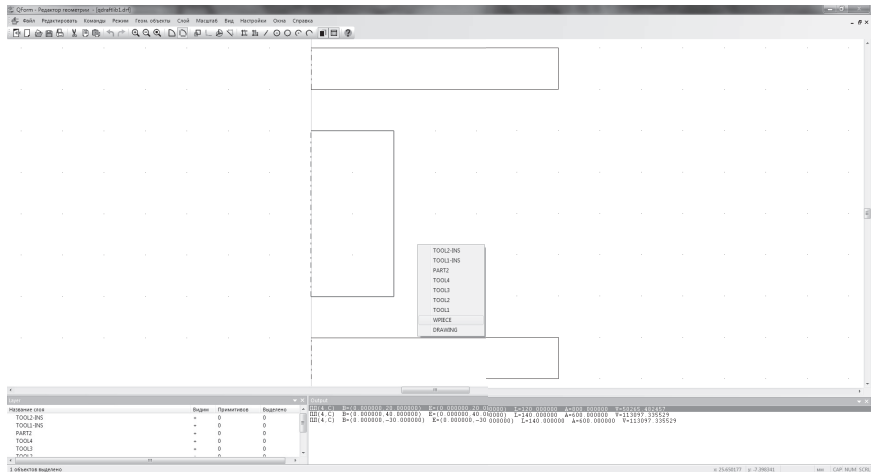


Рис. 1.17. Назначение выбранного контура для геометрии заготовки

Аналогично выделяются и добавляются контуры для верхней и нижней плиты. Выберите **TOOL1** для верхней плиты и **TOOL2** для нижней плиты (рис. 1.18, 1.19).

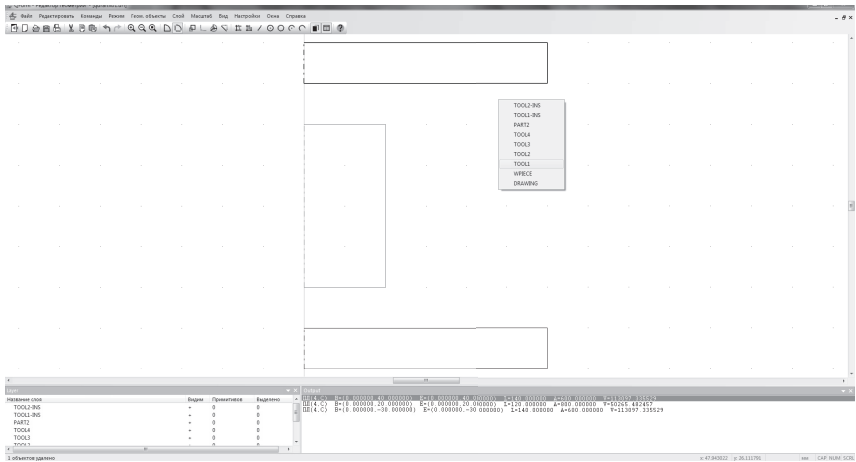


Рис. 1.18. Выбор контура для верхней плиты

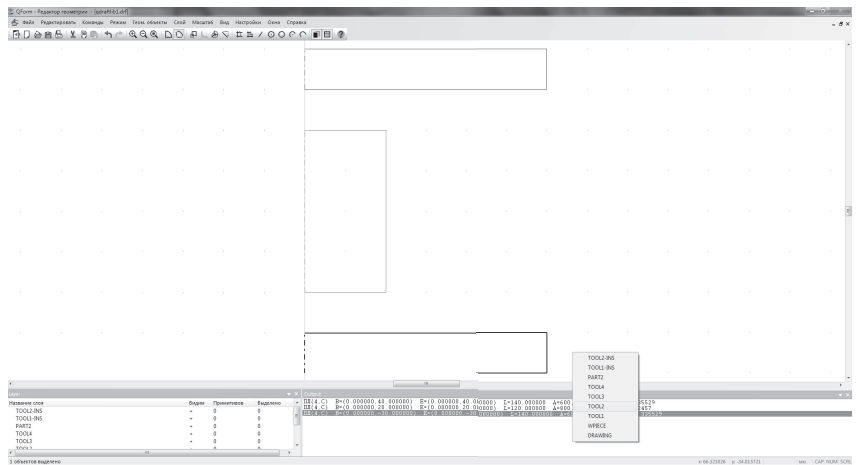


Рис. 1.19. Выбор контура для нижней плиты

Далее выберите в меню Файл, затем Сохранить как. Сохраните файл под удобным вам именем на латинице в формате .crs (рис. 1.20, 1.21).



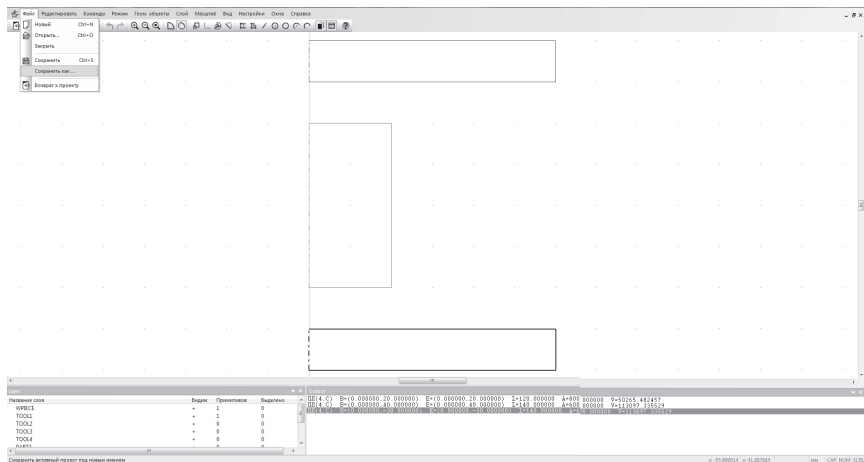


Рис. 1.20. Выбор команд в меню для сохранения файла с геометрией

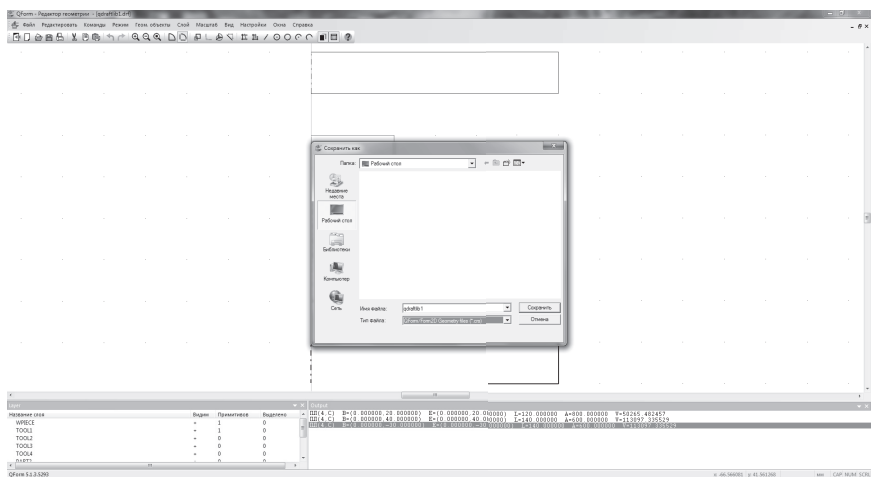


Рис. 1.21. Сохранение файла в формате .scr

Если файл с геометрией создан корректно, то после нажатия кнопки Сохранить диалоговое окно приобретет вид, как показано на рис. 1.22. Нажмите **ОК**.

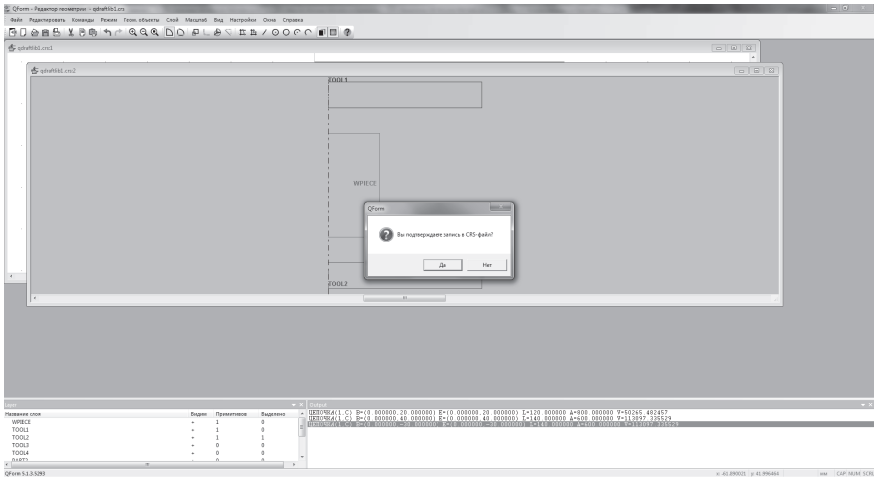


Рис. 1.22. Подтверждение записи в файл формата .qgs

Далее выберите команду Возврат к проекту (рис. 1.23, в левом верхнем углу).

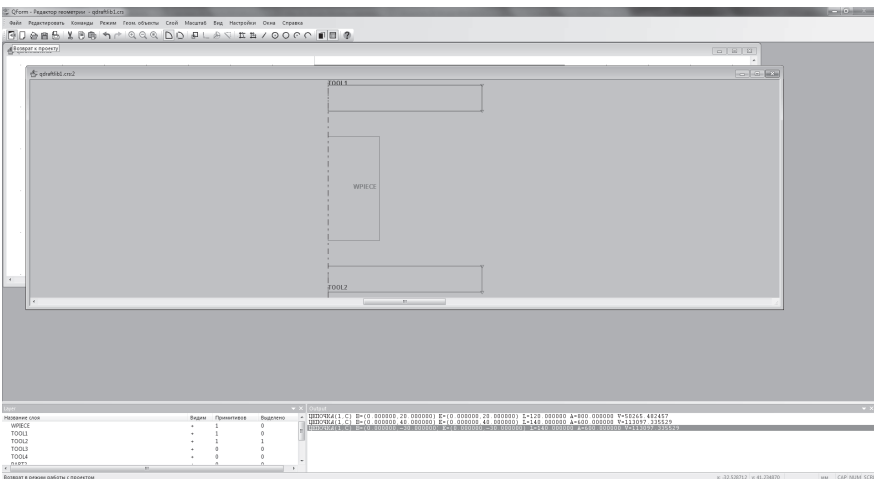


Рис. 1.23. Команда Возврат к проекту

Появится окно (рис. 1.24), в котором в дальнейшем будут задаваться различные начальные и граничные условия.

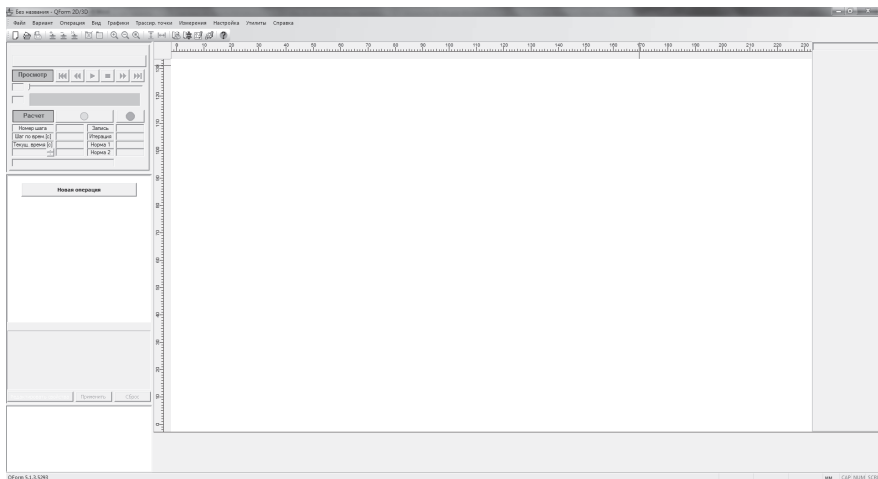


Рис. 1.24. Окно для задания технологических параметров моделируемого процесса и создания новых задач

### 1.3.2. Задание начальных и граничных условий, технологических параметров

Нажмите на кнопку Новая операция (рис. 1.25).

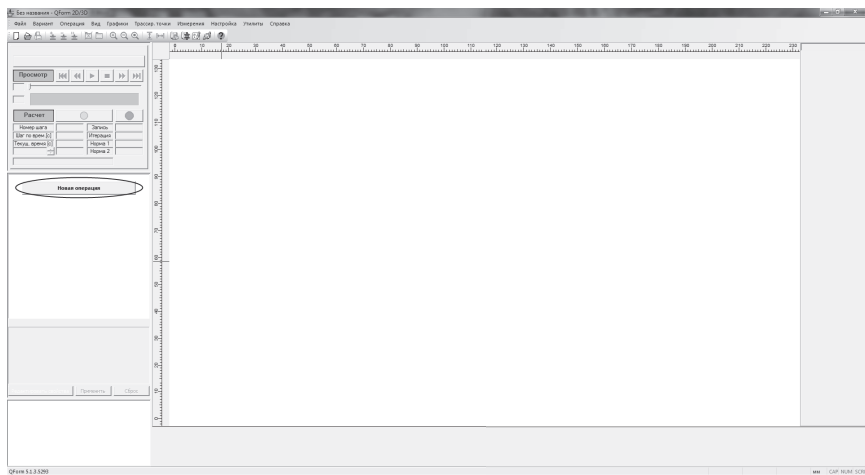


Рис. 1.25. К выбору кнопки Новая операция

В появившемся окне выберите Деформация в гидравлическом прессе (рис. 1.26), затем нажмите кнопку Вперед.

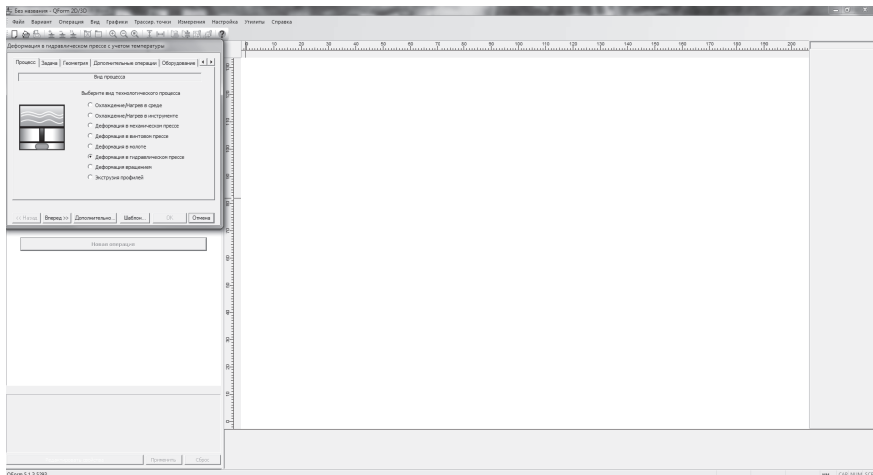


Рис. 1.26. Выбор пресса

В следующем окне выберите для заготовки Круглая в плане, для вида моделируемых процессов Тепловые процессы, а также Инструмент моделируется (рис. 1.27). Нажмите Вперед.

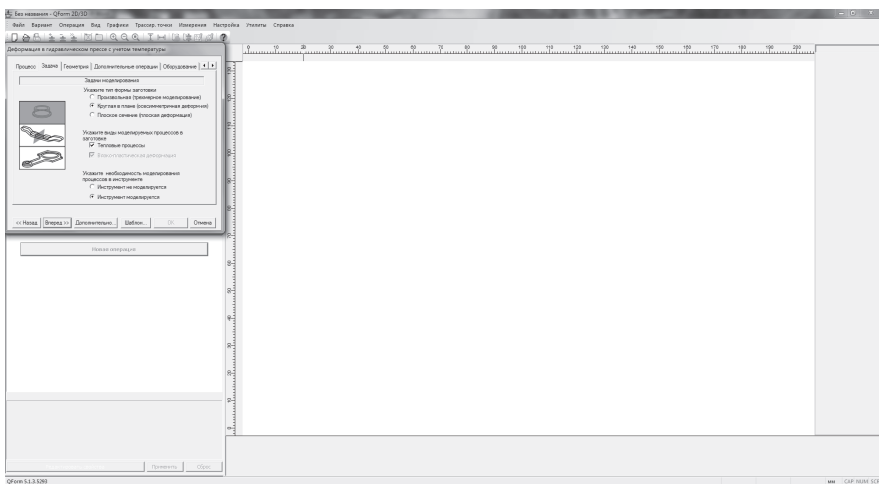


Рис. 1.27. Выбор опций во вкладке Задачи моделирования

Далее программа предложит вам выбрать ваш файл с геометрией. Нажав на кнопку Обзор (рис. 1.28) укажите путь к файлу с геометрией, выберите его и нажмите Вперед.

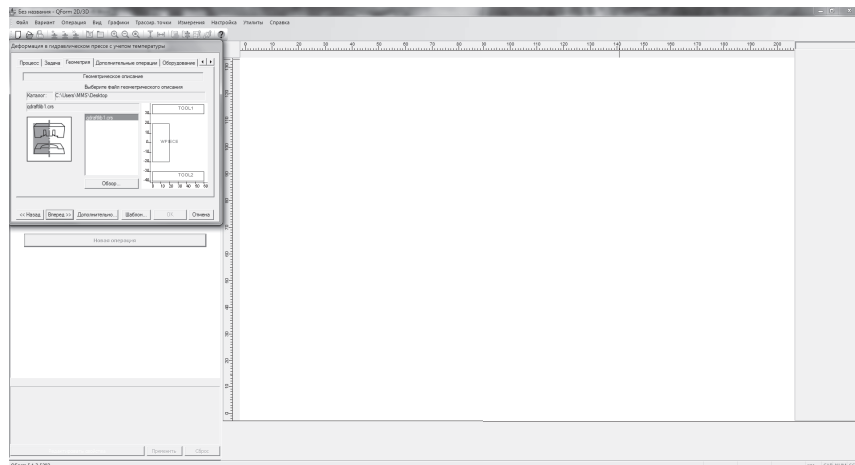


Рис. 1.28. Выбор файла с геометрией

В появившейся вкладке **Дополнительные операции** выберите **Охлаждение** в инструменте и введите в соседнем окне «1.00» с (рис. 1.29). Затем нажмите **Вперед**.

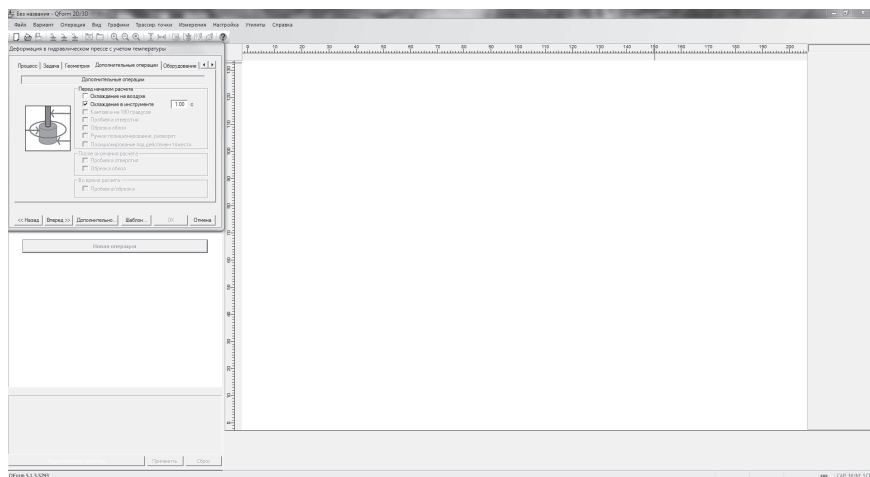


Рис. 1.29. Выбор настроек во вкладке **Дополнительные операции**

В открывшейся вкладке Технологическое оборудование выберите пресс усилием 120 МН (рис. 1.30), затем нажмите Вперед.

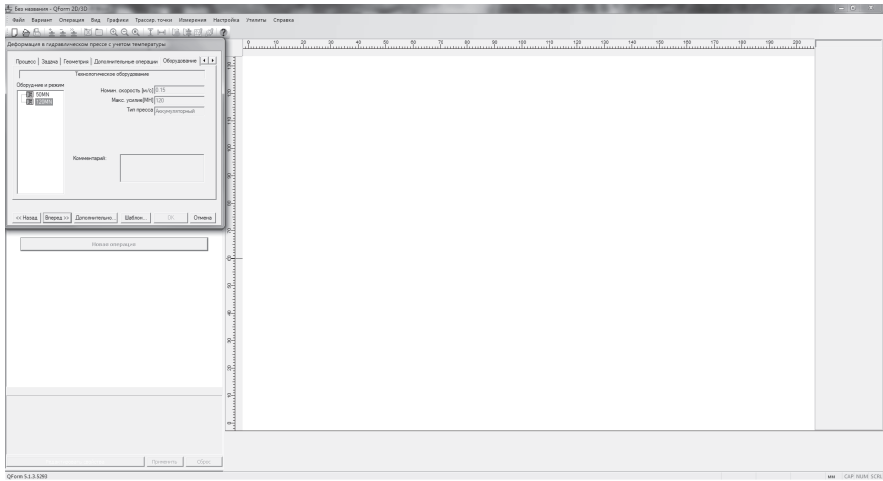


Рис. 1.30. Выбор пресса

Во вкладке Параметры технологического процесса введите «15» в окне **Конечное расстояние между инструментами** (рис. 1.30), затем нажмите Вперед.

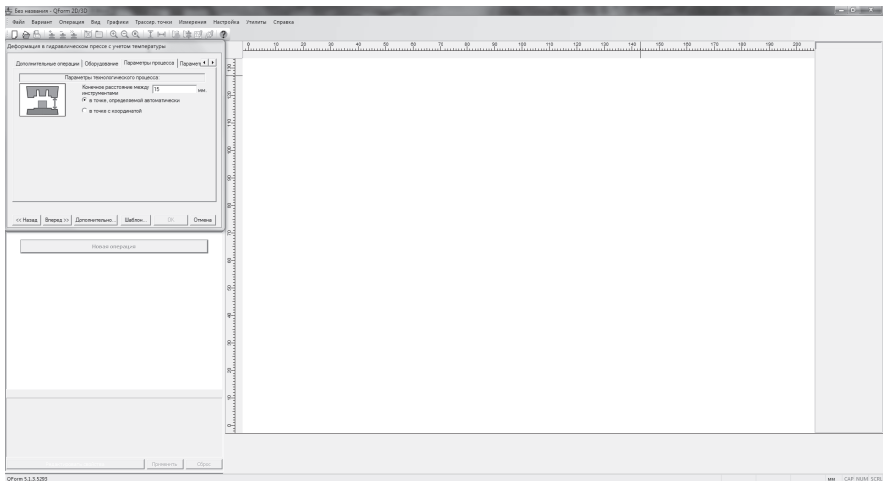


Рис. 1.31. Задание конечного расстояния между плитами

Во вкладке Параметры заготовки в папке GOST выберите «45», для температуры заготовки в окне **Постоянная равная** введите «1100» (рис. 1.32), нажмите Вперед.

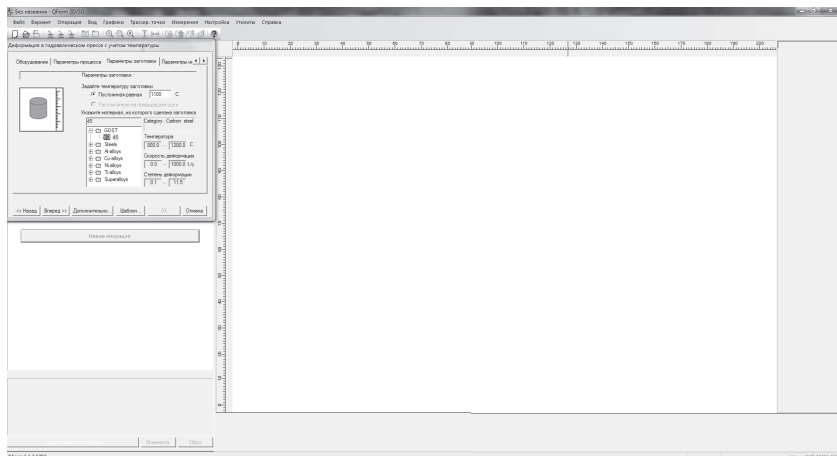


Рис. 1.32. Выбор материала и задание температуры заготовки

Во вкладке Параметры инструмента для инструмента 1 значение температуры в окне **Постоянное равное** введите «200», для материала смазки выберите «ideal», для материала инструмента выберите «40X» (рис. 1.33). Перейдите на вкладку Инструмент 2.

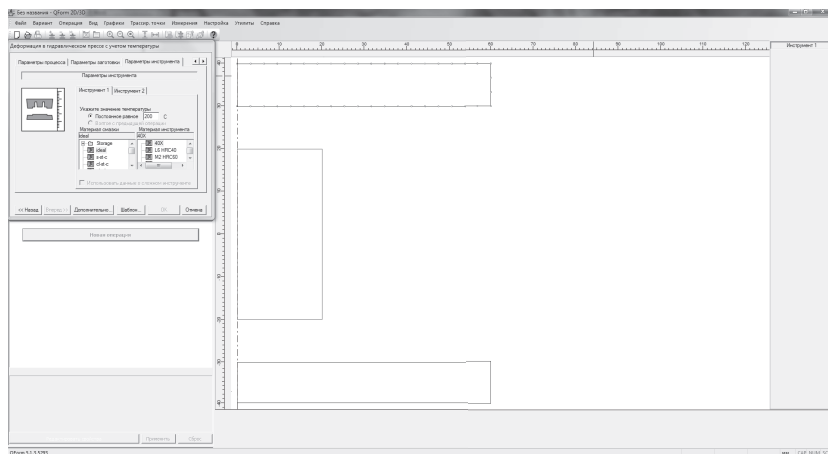


Рис. 1.33. Задание параметров для верхней плиты