Всероссийские робототехнические соревнования
**«ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ РОССИИ»**

**СЕЗОН 2020-2021**

# ИНЖЕНЕРНАЯ КНИГА

«Модель стана 2500 горячей прокатки»

Название команды: «Кванториум»

Название образовательной организации: Детский технопарк Кванториум г. Магнитогорска

**2021 г.**

- **Содержание инженерной книги**

1. Визитка команды
2. Идея и общее содержание проекта
3. Взаимодействие с предприятием
4. Технологическая часть проекта
5. Программа
6. Приложение

## 1. Визитка команды

Магнитогорск — второй по величине город в Челябинской области, в котором проживают более четырехсот тысяч человек. Наш город — один из нескольких городов мира, расположенных сразу в двух частях света: в Европе и Азии. Магнитогорск делит пополам река Урал. Правый берег реки застроен жилыми кварталами. Практически весь левый берег занимает металлургический комбинат и другие промышленные предприятия. Магнитогорск - один из крупнейших мировых центров черной металлургии. Неофициально наш город именуют “металлургической столицей России”, “стальным сердцем Родины”. Нашему городу присвоено почетное звание “Город трудовой доблести и славы”.

Региональный оператор площадки Магнитогорского детского технопарка "Кванториум" при Магнитогорском государственном техническом университете им. Г.И. Носова - Дом юношеского технического творчества Челябинской области.

Производственный партнер технопарка - ПАО "Магнитогорский металлургический комбинат".

Детские технопарки “Кванториум”, которые сейчас создаются по всей России, – это площадки, оснащенные высокотехнологичным оборудованием, нацеленные на подготовку новых высококвалифицированных инженерных кадров, разработку, тестирование и внедрение инновационных технологий и идей.

Состав команды “Горячая десятка”:

1. Баскаков Антон, 15 лет, 9 класс

Инженер-Механик. Ответственный за разработку и внедрение механического оборудования на автоматизированном участке. Отвечает за разработку самодельных механизмов с использованием лазерной резки.

2. Козлов Николай, 15 лет, 9 класс

Разработчик ПО. Ответственный за аппаратное ПО, разработку алгоритмов и структурирование компьютерных программ участка.

3.Руководитель команды: Лаврова Ксения Александровна, педагог промробоквантума Детского Технопарка «Кванториум».

## 2. Идея и общее содержание проекта

В 1973 г. в Магнитогорске открылся музей, посвящённый строительству и истории развития гиганта отечественной металлургии — Магнитогорского металлургического комбината. Особое внимание, привлекает гигантский макет, полностью воссоздающий Магнитогорский металлургический комбинат со всеми его производственными подразделениями и цехами, расположенными не только в городской черте, но и в близлежащих районах.

**Проблематика** заключается в том, что на сегодняшний день нет модели стана 2500 горячей прокатке. Нашей командой был получен кейс на решение данной проблемы.

**Цель работы**: создать модель стана 2500 горячей прокатке.

**Задачи:**

1) познакомиться с производственным процессом;
2) рассмотреть особенности стана 2500 горячей прокатке.
3) реализовать кейс от Музея ПАО «ММК».

## 3. Взаимодействие с предприятием

### Знакомство с историей предприятия

Наконец, привлекает внимание гигантский макет, полностью воссоздающий Магнитогорский металлургический комбинат со всеми его производственными подразделениями и цехами, расположенными не только в городской черте, но и в близлежащих районах.

Музейные экспонаты освещают историю металлургического комбината от самых первых этапов его строительства до наших дней. Всё началось с легендарной горы Магнитной, когда-то достигавшей в высоту 600 м. Здесь были залежи железа, причём весьма богатые: содержание металла в сырой руде достигало 70 %. И, конечно, макет этой горы присутствует в коллекции музея, а другие многочисленные макеты воссоздают первые котлованы и палатки первых строителей.

Отдельная выставка посвящена жизни и труду магнитогорцев во время Великой Отечественной войны и их общему вкладу в дело Победы. Помимо исторических фотографий на стендах можно увидеть личные вещи, предметы быта и обихода военного времени. Особое место занимает Книга памяти. Стены экспозиционных залов оформлены фотоснимками женщин — жительниц Магнитогорска, принимавших участие в военных действиях и помогавших стране в тылу. В то время на женскую долю выпала судьба осваивать рабочие профессии, которые были по плечу не каждому мужчине.

Есть небольшой стенд, рассказывающий об успехах местной хоккейной команды «Металлург». Макет аквапарка «Водопад чудес» познакомит посетителей с расположением его бассейнов и водных горок, а макет храмового комплекса Вознесения Господа представит во всей красе эту святыню.

Наконец, привлекает внимание гигантский макет, полностью воссоздающий Магнитогорский металлургический комбинат со всеми его

производственными подразделениями и цехами, расположенными не только в городской черте, но и в близлежащих районах.

Одной из новинок стала действующая модель гордости ММК — современного прокатного стана 5000 — в масштабе 1:50.

Военные экспонаты представлены продукцией, к выпуску которой ММК имел непосредственное отношение: бронетранспортеры, плавающие транспортеры, танк Т-72, реактивный миномёт «Катюша».

**Экскурсия и встреча со специалистом предприятия**

13 ноября 2020 года - экскурсия в музей ПАО «ММК».

Воспитанники Кванториума с рабочим визитом посетили Музей ПАО «ММК». Здесь специально для команды была организована встреча с главным специалистом по развитию научно-технического центра ПАО «ММК» Сергеем Владимировичем Денисовым, а также ознакомительная экскурсия.

Сергей Владимирович подробно рассказал обо всех объектах, которые будут представлены на всероссийских соревнованиях и описал все действующие линии производства ПАО «ММК». Ребята внимательно слушали и задавали интересующие их вопросы. По итогам общего совещания было принято решение о создании макета стана горячей прокатки 2500 имени Анатолия Старикова.

**Кейс от музея ПАО «ММК»**

| Кейс №1<br>(Техническое задание) | |
|---|---|
| **Название пункта** | **Краткое описание** |
| Название проекта | Модель стана 2500 горячей прокатки |
| Наименование предприятия, предоставившего проект | Музей ПАО «ММК» |
| Исполнитель проекта | Козлов Николай, Баскаков Антон, Останин Кирилл, Бессмертных Лев, Кондаков Владислав |
| Возраст детей | 14, 14, 12, 12, 12 лет |
| Направление деятельности предприятия | Черная металлургия |
| Описание предприятия | В музее находится различные экспонаты |
| Проблема, на решение которой направлен проект | В нашем музее нет действующего макета стана 2500 горячей прокатки |
| Техническое задание | Создать действующую модель стана 2500 горячей прокатки |
| Цель проекта | Создать модель стана 2500 горячей прокатки |
| Задачи проекта | 1. 1) познакомиться с производственным процессом;<br>2) рассмотреть особенности стана 2500 горячей прокатке.<br>3) реализовать кейс от Музея ПАО «ММК». |

| | |
|---|---|
| Описание условий работы проекта и проектируемого процесса | |
| Знания и умения, необходимые для выполнения проекта | Знать:<br>– основные принципы и элементы работы участка (линии) горячей прокатки.<br>Уметь:<br>– рационально организовывать рабочее место;<br>– производить сборку модели из определенных материалов;<br>– производить запуск и тестирование данной модели;<br>– вносить необходимые изменения в конструкцию на основании полученных результатов. |
| Образовательные области (межпредметные связи) | Предметы, темы:<br>Компетенции предприятия:<br>– организация производства по изготовлению прокатных валков;<br>Физика:<br>– электрические цепи.<br>Математика:<br>– измерение расстояний;<br>– отношение величин и масштаба.<br>Информатика:<br>– основы алгоритмизации, навыки программирования. |

| | |
|---|---|
| | Разработка модели способствует популяризации инженерного творчества.<br><br>Учащиеся получат навыки по робототехнике, основы алгоритмизации, навыки программирования и моделирования.<br><br>При реализации модели, учащиеся получают дополнительные знания из области физики и технологии работы с материалами. |
| Опорное оборудование | Конструкторы, материалы |
| Продукт проектной деятельности | Модель стана 2500 горячей прокатки |
| Планируемые ожидаемые результаты | Предметные результаты:<br><br>– знание производственного процесса;<br>– умение собирать, запускать и тестировать модель участка.<br><br>Межпредметные результаты: овладение универсальными учебными действиями (УУД), которые помогут самостоятельному овладению новыми знаниями, умению учиться.<br><br>Познавательные УУД:<br><br>– выявление потребностей, проектирование и создание моделей технологических процессов.<br><br>Коммуникативные УУД:<br><br>– согласование и координация совместной познавательно-трудовой деятельности с другими ее участниками.<br><br>Регулятивные УУД:<br><br>– целеполагание и построение своей деятельности; |

| | |
|---|---|
| | – контроль и оценивание своих действий, их корректировка.<br><br>Личностные результаты:<br><br>– ответственное отношение к учению с целью воспитания интереса к миру профессий, выбору профессии технического профиля;<br>– формирование мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и техники. |

## Технологическая часть проекта

### История вопроса и способы решения проблемы

В 1958 принято постановление Совета Министров СССР о проектировании и строительстве на ММК нового широкополосного стана "2500" горячей прокатки стального листа. Необходимость возведения такого стана была продиктована прежде всего острым дефицитом стальных заготовок для производства в стране труб большого диаметра.

27 декабря 1960 государственной комиссией подписан акт приема в эксплуатацию стана "2500" горячей прокатки стального листа проектной мощностью 3,58 млн. т. горячекатаного листа в год.

Эта дата и считается днем рождения ЛПЦ-4.

Цех производит товарную продукцию горячекатаный стальной лист мерный, в пачках и в рулонах. Для поперечной резки полос на листы в цехе действуют два агрегата поперечной резки АПР-1 и АПР-2.

Для подготовки полос к их поставке в рулонах установлен агрегат продольной резки АПР-3. Кроме этих отделочных агрегатов в цехе действуют травильная установка, моечно-сушильный агрегат (МСА) и агрегат нормализации листов.

В 1998 приказом генерального директора ОАО "ММК" начала осуществляться реконструкция стана "2500" г.п. с целью прокатки на нем трубной заготовки толщиной до 30 мм.

Последняя реконструкция  стана 2500 г.п. закончилась в 2014 году. В результате обновления оборудования объем производства на стане увеличен на 300 тыс. т в год, расширен сортамент выпускаемого проката, повышено его качество.

# ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГОРЯЧЕКАТАНОГО ПОДКАТА НА СТАНЕ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ 2500 ОАО «ММК»

1. Заготовка

В качестве исходной заготовки для стана 2500 используются слябы ККЦ (литая заготовка).

Слябы на участок склада горячих слябов поступают на специальных вагонах – слябовозках. Слябы принимаются поплавочно бригадирами склада слябов и контролерами ОКП. Приемка осуществляется согласно сопроводительного сертификата, где указываются следующие данные:

- номер плавки;
- марка стали;
- профиль сляба;
- количество штук;
- вес;
- нормативный документ;
- химический состав;
- примечания.

Кроме этого осуществляется приемка по внешнему виду, размерам и химическому составу.

Принятый металл разгружается поплавочно на стеллажи склада слябов, либо сразу на передаточные телеги для дальнейшей передачи в печи стана «2500» горячей прокатки.

При назначении слябов на зачистку руководствуются следующими данными: нарушение технологии в сталеплавильном производстве, требованием

заказчика, замечаниями контролера ОКП о наличии визуальных дефектов. Обнаруженные дефекты металла зачищают ручными газовыми резаками.

Принятый контролерами ОКП металл передается в нагревательные печи стана.

2. Температурный режим нагрева слябов

Нагрев слябов в методических печах в зависимости от марки стали и их толщины. Оплавление и сваривание металла не допускается.

В качестве рабочего газа в нагревательных печах используется природный газ и коксоприродная смесь. Расход газа при максимальной производительности печей стана по отдельным зонам должен соответствовать данным.

3. Выдача нагретых слябов в прокатку

Оператор согласно ЭВМ передает информацию о прокатываемом металле по системе АСУ с указанием номера плавка-партии, марки стали, размеров слябов, размеров полос, массы одной полосы каждого размера и общей массы партии, назначения, стандарта или технических условий.

Выдача слябов в прокатку производится строго поплавочно в соответствии с графиком-заданием, очередностью посадки и необходимым временем нагрева.

Запрещается выдавать непрогретые слябы или слябы с подстуженной во время остановок стана боковой гранью.

4. Режим прокатки слябов

Нагретые слябы выдаются из печи и по отводящему рольгангу поступают к клети дуо.

После выхода из клети дуо раскат задается в уширительную клеть и транспортируется по рольгангу для прокатки в черновых клетях №2,3.

Прокатка в клети дуо и клети №2 может осуществляться с реверсом.

Раскат из черновой группы поступает к летучим ножницам «35х2350» для обрезки переднего и заднего концов.

Передние концы раскатов обрезаются на всем металле, задние концы раскатов обрезаются на металле толщиной не более 4 мм и на остальном металле, если концы раскатов имеют больший язык.

Обрезка концов раската производится в автоматическом режиме.

Величина обрезаемого конца устанавливаются оператором промежутка ПУ по задатчику.

Концы раскатов обрезаются до полной ширины. Обрезанные концы шириной до 150 мм считаются технологической обрезью, более 150 мм – дополнительной.

Контроль величины обрези производится мастером производства. Контрольные замеры величины обрези производят линейкой. Результаты замеров, величину дополнительной обрези, причины ее образования и количество коробок с обрезью заносят в специальный журнал мастерами производства ежесменно.

От летучих ножниц «35х2350» раскат поступает в чистовую группу, где прокатываемая полоса находится одновременно в нескольких клетях.

При распределении обжатий в клетях следят за нагрузками на двигателях главных приводов, которые не должны превышать предельно допустимые.

Скорость прокатки в клетях чистовой группы должна обеспечивать в условиях заданных величин обжатий необходимые температуры конца прокатки для данного профиля и данной группы марок сталей.

Для обеспечения необходимых механических свойств металла полосы перед смоткой в рулоны охлаждаются водой с помощью системы душирования, расположенной на отводящем рольганге за чистовой группой клетей.

Охлаждению подвергаются полосы в зависимости от марки стали и назначения по соответствующим режимам.

Все полосы, прокатанные на стане, сматываются в рулоны на 4 моталках, после чего по конвейерам горячекатаных рулонов передаются на склад рулонов цехов горячего или холодного проката.

5. Смотка полосы в рулон

Моталки стана горячей прокатки должны обеспечивать качественную и производительную смотку полос в рулоны.

Настройка моталок состоит из следующих последовательных операций:

- установка зазора между тянущими роликами;
- установка зазоров между барабаном и формирующими роликами;
- установка направляющих линеек;
- установка соотношений скоростей между последней чистовой клетью и отводящим рольгангом, между отводящим рольгангом и тянущими роликами, между тянущими роликами и барабаном моталки, между тянущими роликами и барабаном моталки, между барабаном и формирующими роликами.

После смотки, готовый рулон транспортируется в ЛПЦ-5 на линию травления, для последующей холодной прокатки.

**Этапы работы над проектом/Цели для каждого этапа**

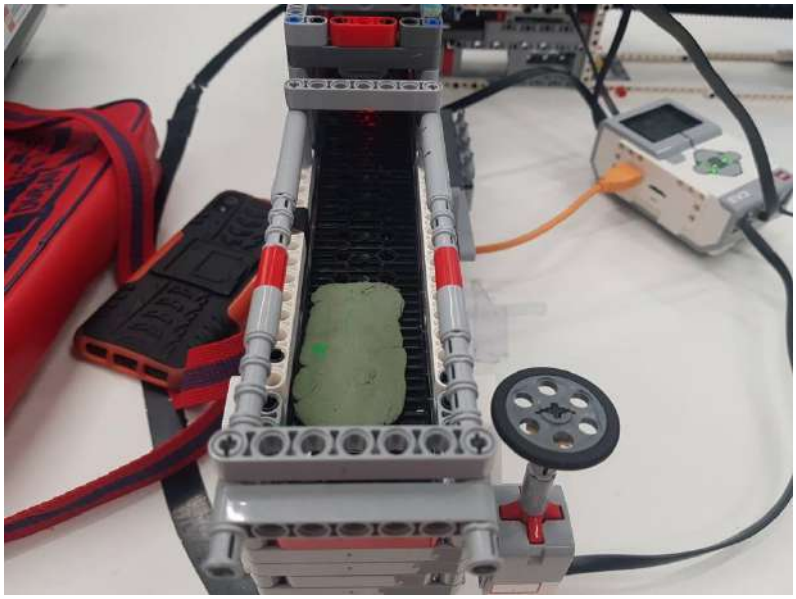
1. Предварительная подготовка проекта.
   1.1. Обсуждение с экспертами текущих технических вопросов.
   1.2. Обсуждение с коллегами по команде рациональных предложений, возможностей проекта.
   1.3. Окончательное распределение ролей в соответствии с выполняемыми задачами.
2. Осуществление проекта.
   2.1. Выполнение каждым членом команды своей задачи, прописанной в плане работы.
   2.2. Решение технических проблем, возникающих в ходе реализации проекта.
3. Презентация проекта.
   3.1. Презентация проекта экспертной комиссии, ответы на вопросы.
4. Передача проекта предприятию.
   4.1. Согласованная передача решенного технического задания непосредственно заказчику музею ПАО «ММК».

В ходе работ было выполнено два этапа: предварительная подготовка и осуществление проекта. Презентация будет осуществлена 18 мая, а передача проекта предприятию в июне 2021 года.

**Технологическая линия**

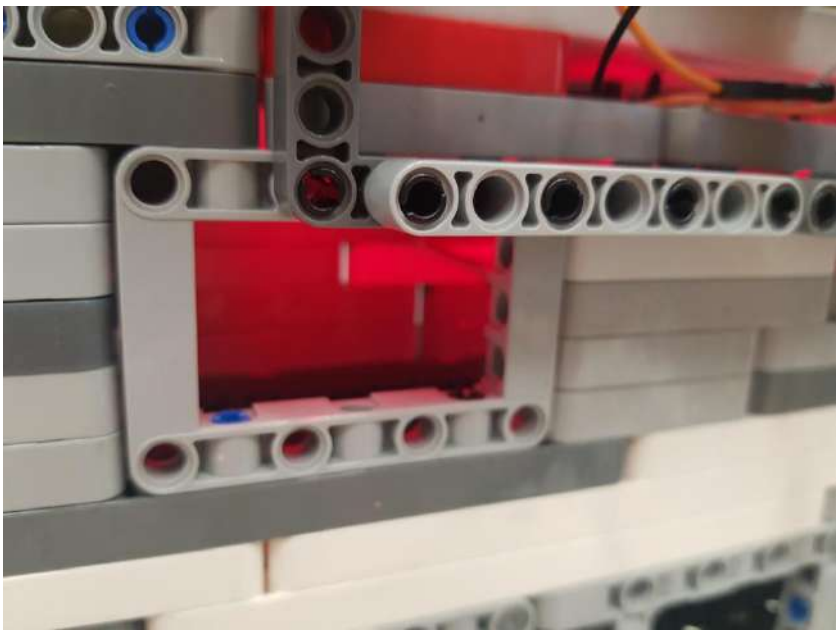
1. ***Конвейер №1***

Основная функция - передача четырёх первичных заготовок в зону печи. Механизм создан и запрограммирован на базе образовательного конструктора Mindstorms EV3. Запуск осуществляется при помощи нажатия кнопки (датчик касания).



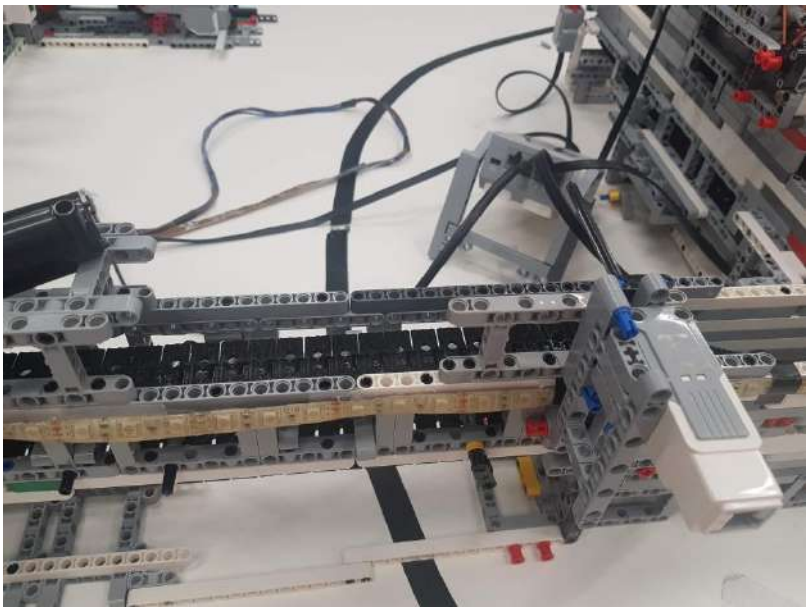
2. ***Термическая печь***

Располагается на конвейере №1. Создана при помощи образовательного конструктора Mindstorms EV3 и ардуино. Функция печи - осуществлять нагрев, выдержку и охлаждение твёрдых металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счёт изменения внутреннего строения и структуры.



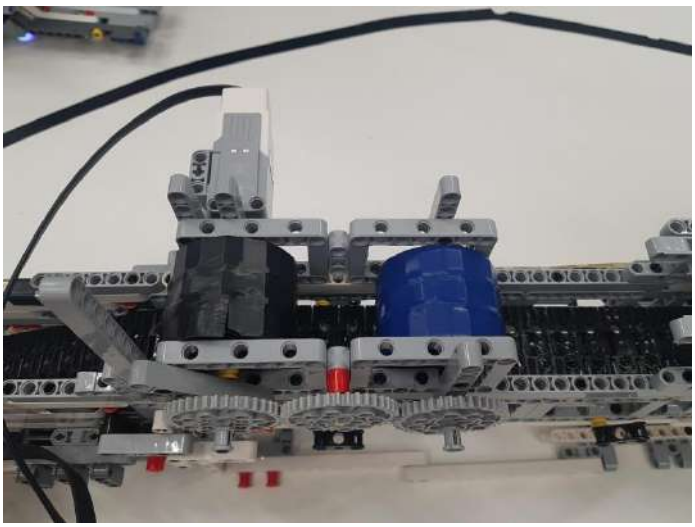
### 3. *Конвейер №2*

Механизм создан и запрограммирован на базе образовательного конструктора Mindstorms EV3.



### 4. *Черновая группа*

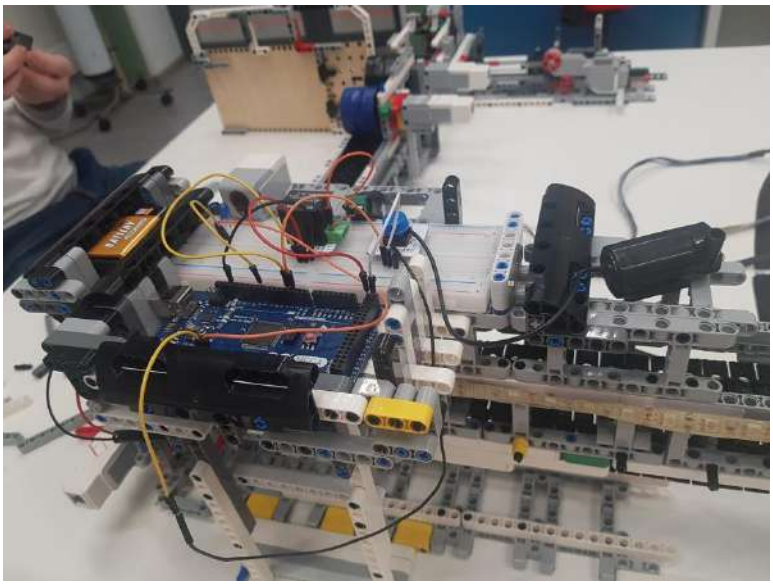
Располагается на конвейере №2. Осуществляет раскатку заготовке до определенной толщины. Механизм создан и запрограммирован на базе образовательного конструктора Mindstorms EV3.



5. ***Промежуточный роланг***

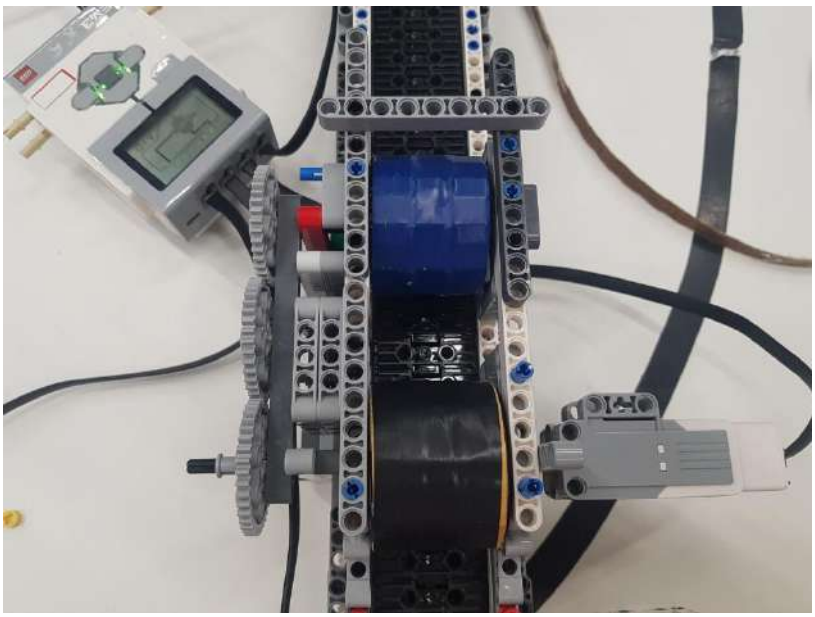
Выполняет функцию очищения окалин и грязи с заготовки. Механизм создан и запрограммирован на базе Ардуино. Состав:

1) Плата MeGa;
2) реле;
3) светодиод;
4) насос;
5) датчик расстояние.



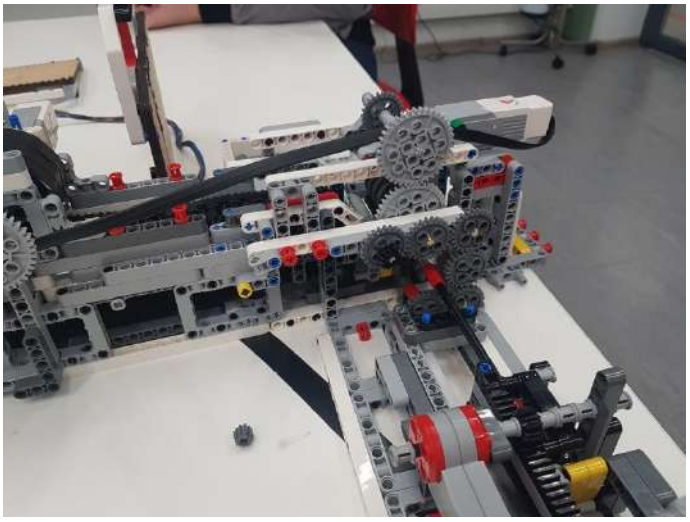
6. ***Чистовая группа***

Располагается на конвейере №3. Осуществляет раскатку заготовке до определенной толщины. Механизм создан и запрограммирован на базе образовательного конструктора Mindstorms EV3.



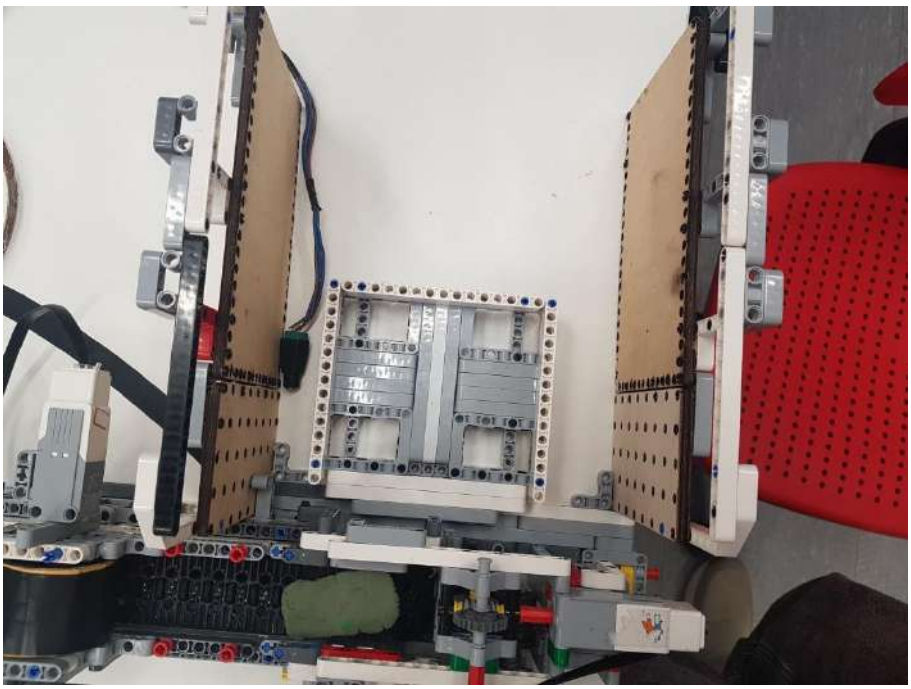
7. ***Скручивание в рулоны***

Располагается на конвейере №3. Создана при помощи образовательного конструктора Mindstorms EV3. Функция  - скручивать заготовку в рулон, для дальнейшей транспортировке.



8. ***Холодильник***

Остывание заготовке для нужной температуры. Стенки холодильника вырезаны на лазерном станке.



## 9. *Погрузчик*

Перевозит готовые рулоны из одного цеха в другой. Механизм создан и запрограммирован на базе образовательного конструктора Mindstorms EV3.

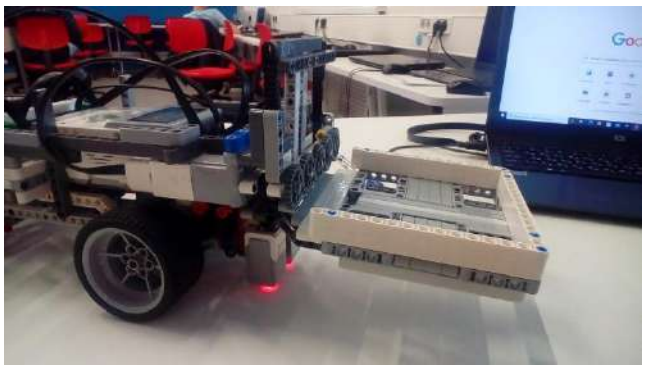
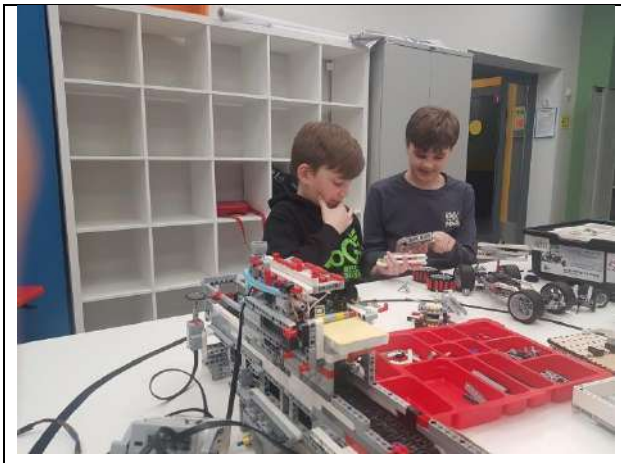
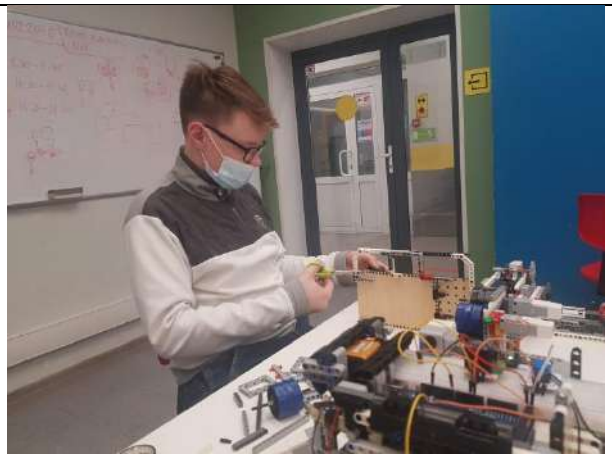
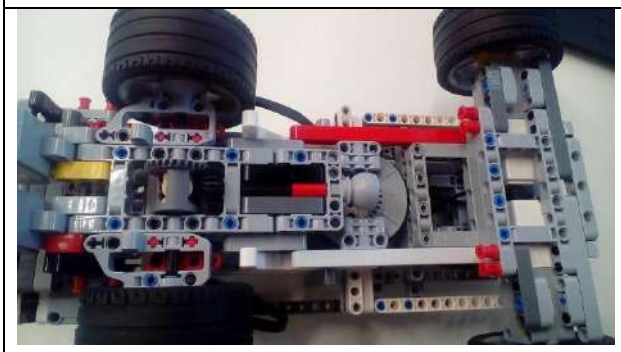
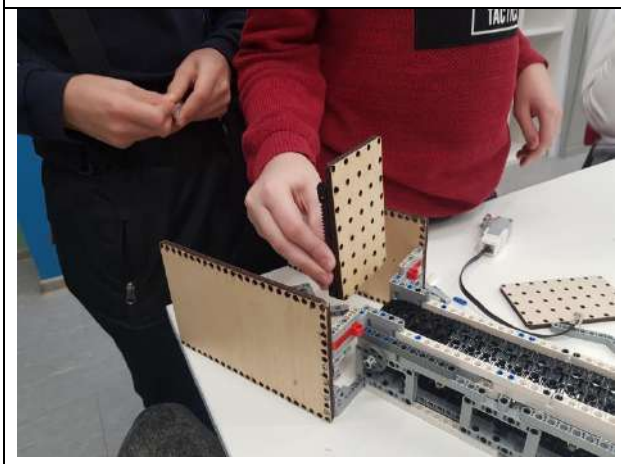


Таблица 1. Этапы работы

| | |
|---|---|
|  |  |
|  | |
|  | |