

# ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕСА УКЛАДЧИКА БАНКНОТНОЙ ИНСПЕКЦИОННО - СОРТИРОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ НА ПРОЧНОСТЬ

Кочетков С.Г.

Группа магистров 184-741



МОСКОВСКИЙ  
ПОЛИТЕХ

## Место исследования

---

**Этой продукцией являются деньги!**

Нередко можно услышать высказывание, что наличная национальная валюта – не что иное как визитная карточка государства. В самом деле на сегодняшних банкнотах и монетах, будь то российские или иностранные, изображено то чем по праву гордится вся страна.

В связи с этим выпускаемая банкнотная продукция, будь то обычная купюра или юбилейная, должны быть на сто процентов годной, то есть ничем не отличаться от любой другой банкноты того же достоинства, за исключением серийного номера. Поэтому особое внимание на стадии изготовления банкнотной продукции в стенах Гознака уделяется контролю и сортировке банкнотной продукции.

# Путь в будущее

## Замена ручного контроля на машинный

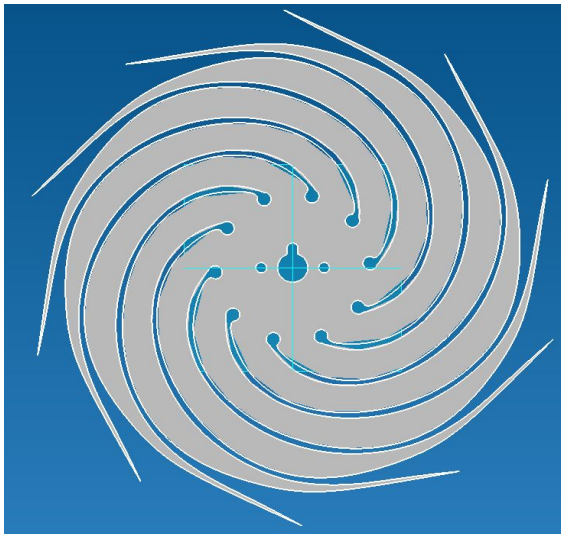
Для того чтобы избежать даже малого количества выпуска такой продукции существуют так называемые системы финишной потоковой инспекции банкнот. На рынке производителями таких систем являются основоположники этой системы **Гизеке & Девриент** – ЛОМО, ЗАО являющиеся российским подразделением концерна Giesecke + Devrient и российская компания **ООО «BIS»** расположенная в г. Екатеринбург, разработавшая банкнотную инспекционно-сортировальную машину (БИСМ), которая установлена у компании Гознак и является полной заменой, как выборочного так и сплошного «ручного» контроля (Рисунок 1)



Рисунок 1 – Фотография инспекционно-сортировального канала машины БИСМ

# Объект Исследования

## Колесо укладчика в составе БИСМ



В отличие от ручного труда данная машина позволяет обрабатывать до 4,5 миллионов экземпляров за восьмичасовую смену с обеспечением 100% качества выпускаемой продукции в зависимости от введенных в нее параметров

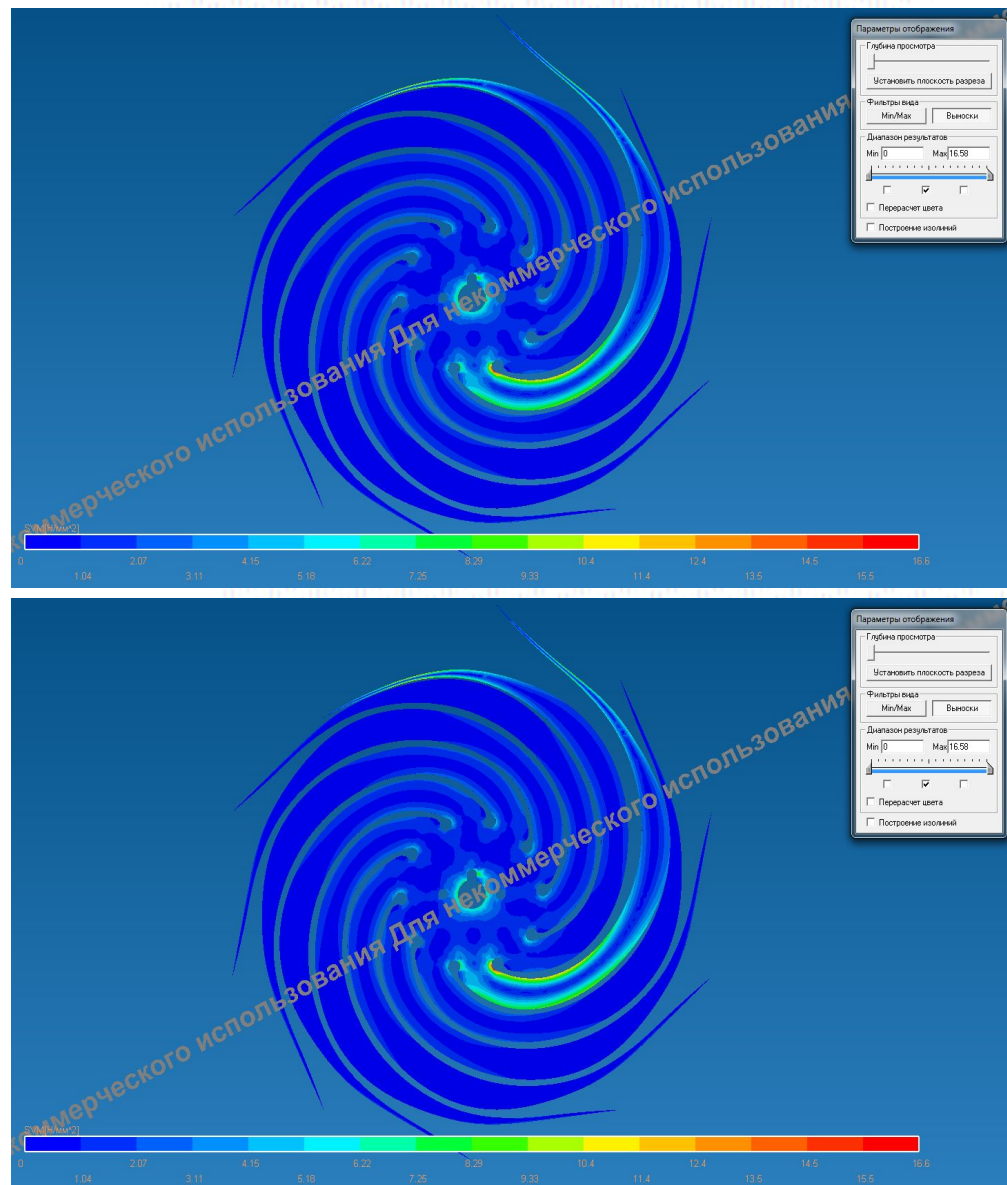
Исходя из характеристик машины и специфики подачи бумаги, основываясь на принципе листовой подачи бумаги печатных машин, можно сделать вывод что наиболее слабым местом во всей этой конструкции является укладочное колесо, которое принимает экземпляры, летящие в него на скорости 140 км в час (из расчета 90 000 экземпляров в час на одном ИСК)

Рисунок 2 - Изображение укладочного колеса

Данное укладочное колесо (Рисунок 2) вырезано из плоского листа поликарбоната с помощью лазерной резки и при забивании бумаги между лопастями колеса на такой скорости в модели образуются деформации в ряде случаев приводящие к полной поломке одной или нескольких лопастей как на кончике, так и в основании, чаще всего в основании

# Прочностная модель в APM Studio

Для прочностного анализа укладочного колеса, выявления наиболее уязвимых частей конструкции и подбора материала для замены, текущего используется модель колеса, рассчитанная в программном комплексе APM Win Machine. Для установки свойств материалов, задания действующих нагрузок и проведение прочностного анализа используется модуль APM Studio



# Материалы

## Материалы с доступностью производства «на месте»

В качестве основы были выбраны материалы, которые легкодоступны и сравнительно легко обрабатываются для получения столь сложной фигуры, а самое главное для трех видов технологий изготовления: лазерная резка, 3D печать и отлив в пресс-форме.

В качестве параметров расчёта наиболее важными считаются: модуль упругости, плотность и предельные напряжения материалов (Таблица 1).

Тип материала	Назначение или тип	Модуль упругости (Мпа)	Плотность (кг/м <sup>3</sup> )	Предельные напряжения (Мпа)
Поликарбонат	Листовой материал	2300	1,2	60
Оргстекло	Листовой материал	6	1200	40
ABS+PC+30% стекловолокна	Пластик для 3D печати	9000	1480	47
HIPS	Пластик для 3D печати	2280	1050	62
Капролон	Пластик для литья	2000	1160	80

Таблица 1 – параметры материалов

## Отсутствие результата это тоже результат!

В результате проведения эксперимента путем изменения материалов укладочного колеса было выяснено, что изменение материала не приводит к существенным улучшениям или ухудшениям напряжения в момент нагрузки. Как видно из таблицы 2 наилучшим материалом в точке наибольшего напряжения показал себя поликарбонат, а вот по показателю начала образования микротрещин (рисунок 10) наилучшим материалом является оргстекло, так как его точка наиболее приближена к основанию лопасти

Тип материала	Максимальное напряжение (Н/мм <sup>2</sup> )	Координата по оси x	Координата по оси y
Поликарбонат	16,5	62,81	25,66
Оргстекло	16,58	62,56	25,84
ABS+PC+30% стекловолокна	16,599	62,96	25,49
HIPS	16,57	62,57	25,79
Капролон	16,578	62,8	25,6

Таблица 2 – Результаты эксперимента

## Рекомендации и дальнейшие пути развития исследования

---

В силу полученных результатов стоит отметить что производитель выбрал наиболее выгодный материал в диапазоне цена-качество и дальнейшие попытки заменить материал не увенчаются успехом. В качестве альтернативы по поиску решения поставленной проблемы, нужно определить эффективность изменения конструкции самого колеса. Так же лучшие результаты может показать комплекс мероприятий по изменению конструкции и материала колеса в совокупности. Стоит также рассмотреть вариант по интеграции в состав материала колеса специализированных добавок в виде армирования или наполнителей, для увеличения сопротивления прилагаемым к нему нагрузкам



# Спасибо за внимание!

Кочетков С.Г.  
Группа магистров 184-741



МОСКОВСКИЙ  
ПОЛИТЕХ