

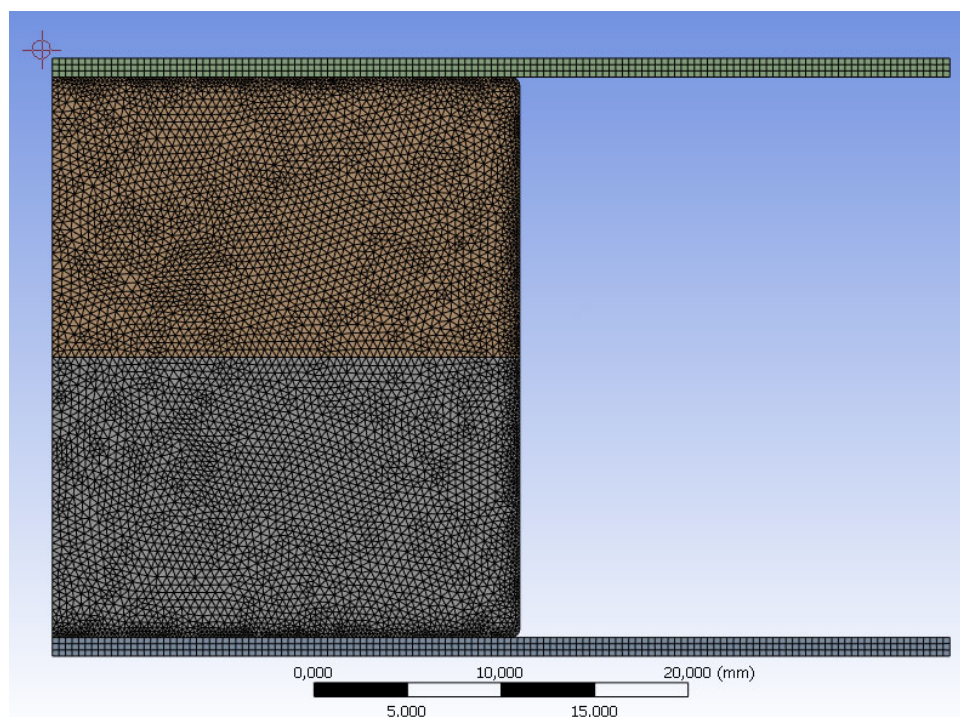
Описание задачи:

Выполняется численное моделирование сжатия «стандартного» образца энергопоглощающего элемента (полиуретана).

Размеры: высота – 30 мм, диаметр 50 мм.

На внешних (радиальных) ребрах сделаны скругления 0,5 мм – для упрощения численного моделирования.

Влияние этих скруглений на результаты моделирования «пренебрежимо мало».



Геометрия и сетка КЭ.

Граничное условие:

- на нижней горизонтальной поверхности (нижней) пластины задано «жесткое» защемление (перемещения по двум координатам = 0).

Между всеми деталями заданы контакты.

Модель трения – «динамический» закон Кулона.

Используется модель материала Bergstrom-Boyce (269) - учитывающая нелинейную вязкость, краткое описание модели см.: <https://polymerfem.com/bergstrom-boyce-bb-model/>

Данная модель материала не учитывает образование и развитие трещин (разрушения).

А так же по ссылкам есть много других публикаций, посвященных этой модели материала:

https://www.google.com/search?q=Ansys-Bergstrom-Boyce+theoretical&rlz=1C1NHXL_enRU754RU756&biw=1707&bih=907&sxsrf=ALiCzsadIzqwwRiuxC

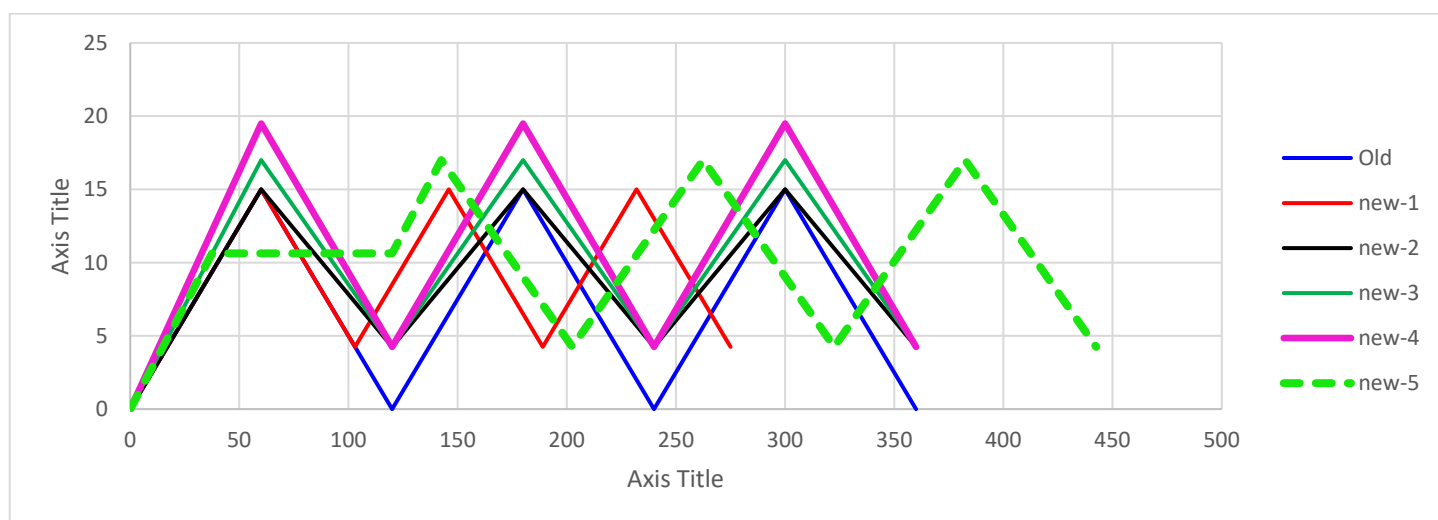
[0hpU04zio5SuaYFA%3A1668864422999&ei=ptl4Y76vPJWgptQP -OCsAM&ved=0ahUKEwi-mvG4rLr7AhUVklkEHf-xADY4ChDh1QMIDw&uact=5&oq=Ansys-Bergstrom-Boyce+theoretical&gs_lcp=Cgxnd3Mtd2l6LXNlcnAQAzIFCCEQoAEyBQghEKABMgUUIRCgAToHCAAQHhCwAzoJCAAQCBAeELADQgQIABAEoQYIABAIEB46BwghEKABEApKBAhBGAFKBAhGGABQ_gVY8ydgrThoAXAAeACAAeMDiAGSF5IBCTAuNC42LjEuMZgBAKABAcgBAsABAQ&sclient=gws-wiz-serp](https://www.researchgate.net/publication/3516688644229999?from=cover&pg=full-page&utm_source=cover&utm_medium=cover&utm_campaign=cover)

Задача решается без учета влияния изменения температуры на свойства полиуретана.

Температура – постоянная (изотермическое условие).

Хотя как известно, свойства полимеров (в том числе и полиуретана) сильно зависят от температуры – см. графики на сл. рисунке.

Нагрузка: задается (вертикальное) перемещение на верхнюю поверхность (верхней) пластины: три цикла сжатия/разгрузки - за время 360 секунд – см. сл.рисунок – предлагается несколько вариантов.



Как я писал в предыдущем отчете, для того что бы «не терять» взаимосвязь во время нагружения между тремя параметрами - временем, усилием (напряжением) и деформацией, нужно «поднять» уровень деформирования на «некоторую» величину, что бы напряжение не принимала «нулевых» значений.

На основании «предварительных» вычислений (о которых я так же писал ранее) , получена величина минимального значения по сжатию = 4,25 мм.

Величина максимального значения по сжатию = 15 мм, 17 и 19 мм – для предлагаемых вариантов нагружения.

«Первичный/исходный» график нагружения (Old) – состоит из трех одинаковых последовательных циклов нагружения.

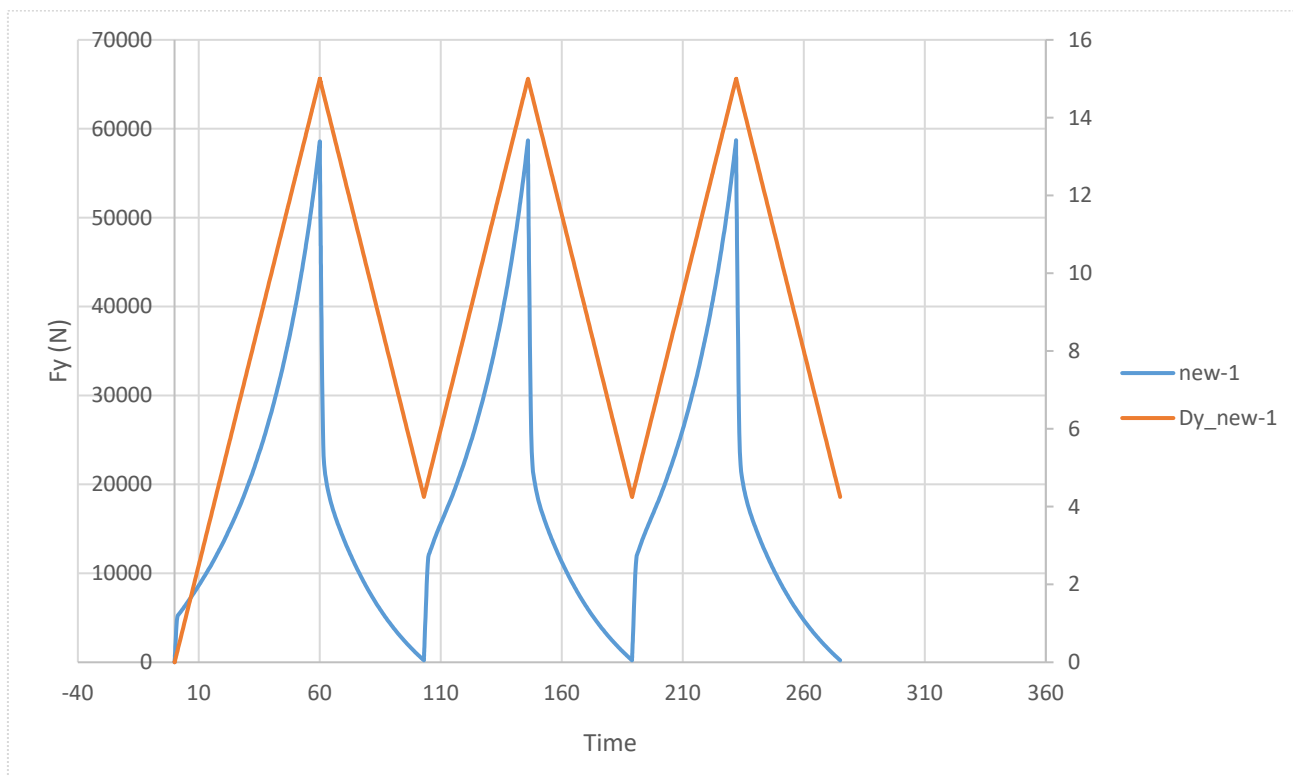
Однако, поскольку появилось новое «требование» о ненулевом значении нижнего уровня сжатия, сохранить «первичный/исходный» вид графика нагружения не представляется возможным:

меняются либо «временные интервалы» циклов, либо скорости изменения деформации.

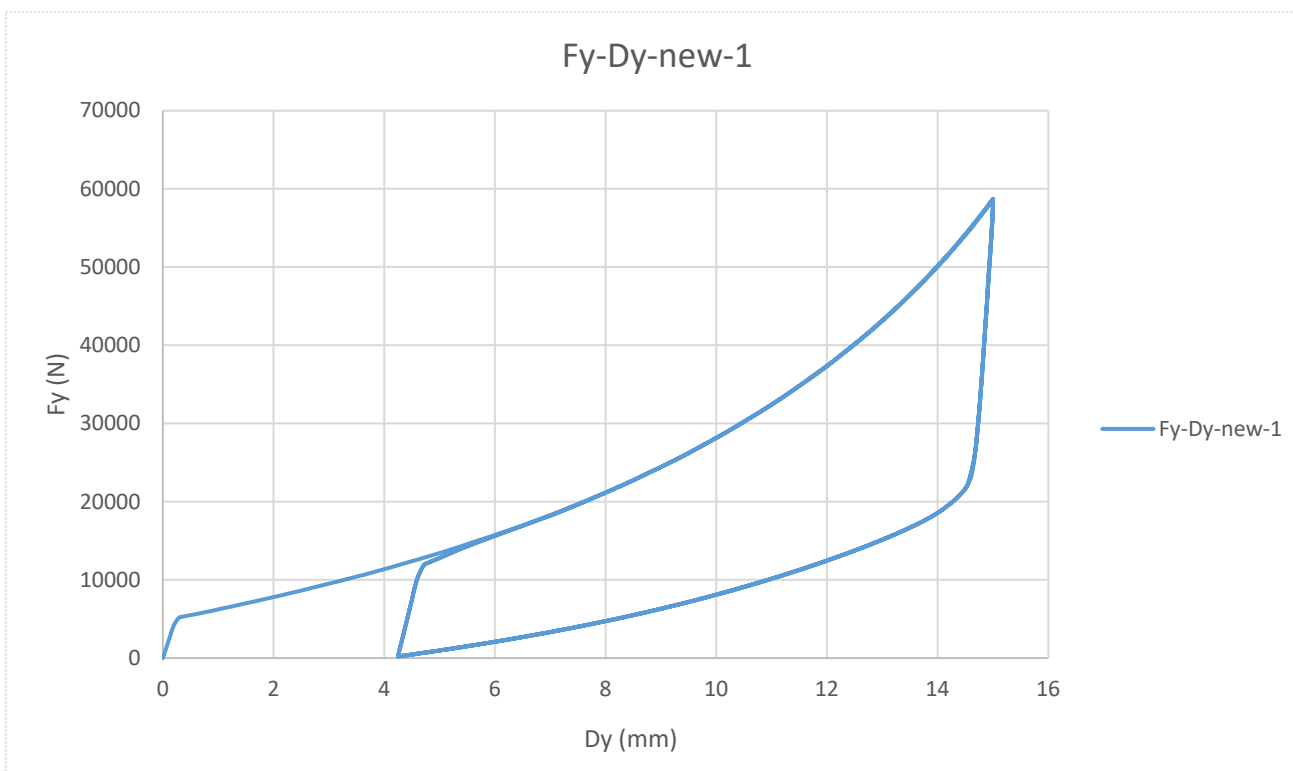
Опуская «подробности анализов/рассуждений», предлагается несколько новых графиков нагружения (new-1,2,3,4,5), которые весьма вероятно будут «подобными» «первичному/исходному» графику по откликам на эти воздействия.

Особенный интерес представляет график new-5, который по существу является «копией» графика воздействия на «бублик», но не по структурной нагрузке (давление/сила), а по деформации.

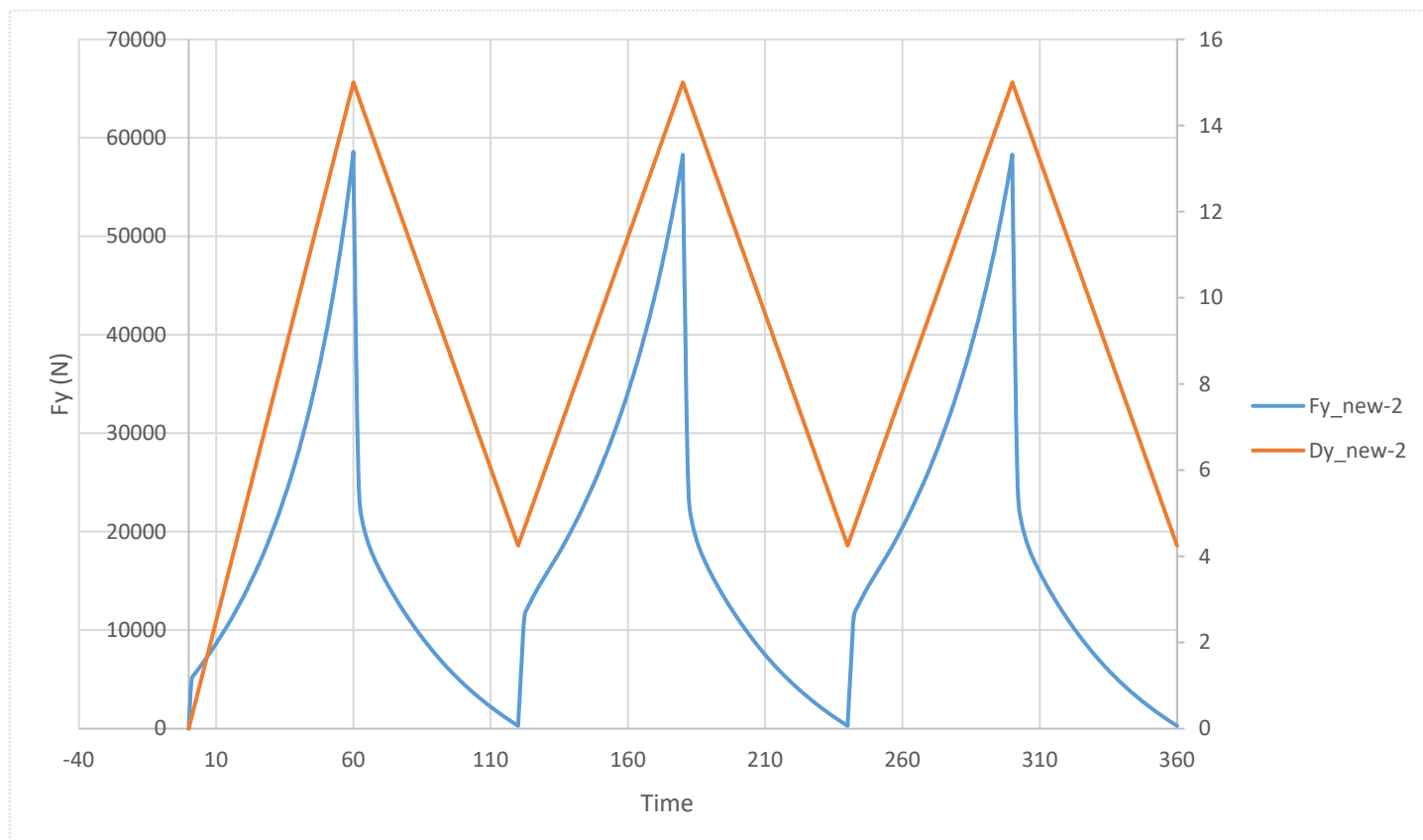
Результаты расчета.



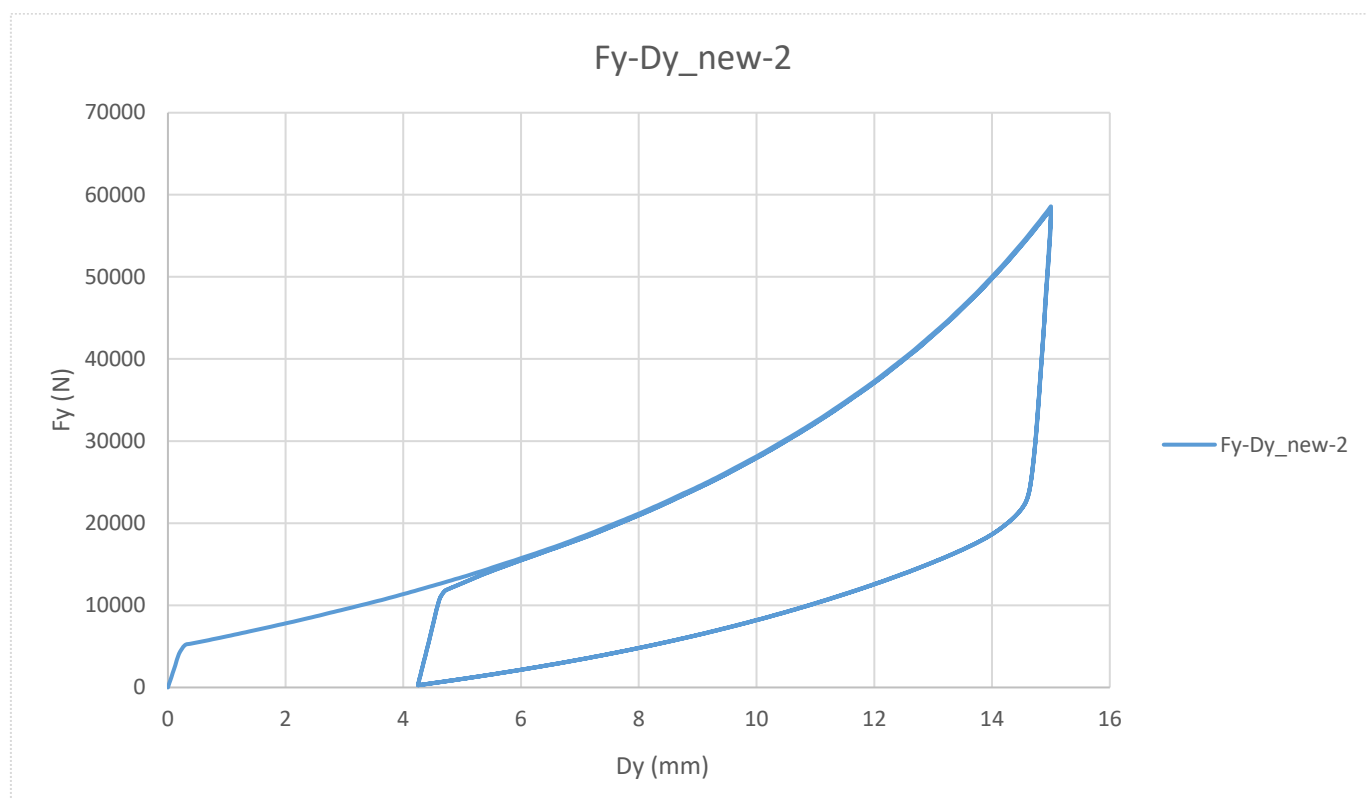
Изменение суммарного усилия и задаваемой деформации, в зависимости от времени для 1-го варианта нагружения – new-1.



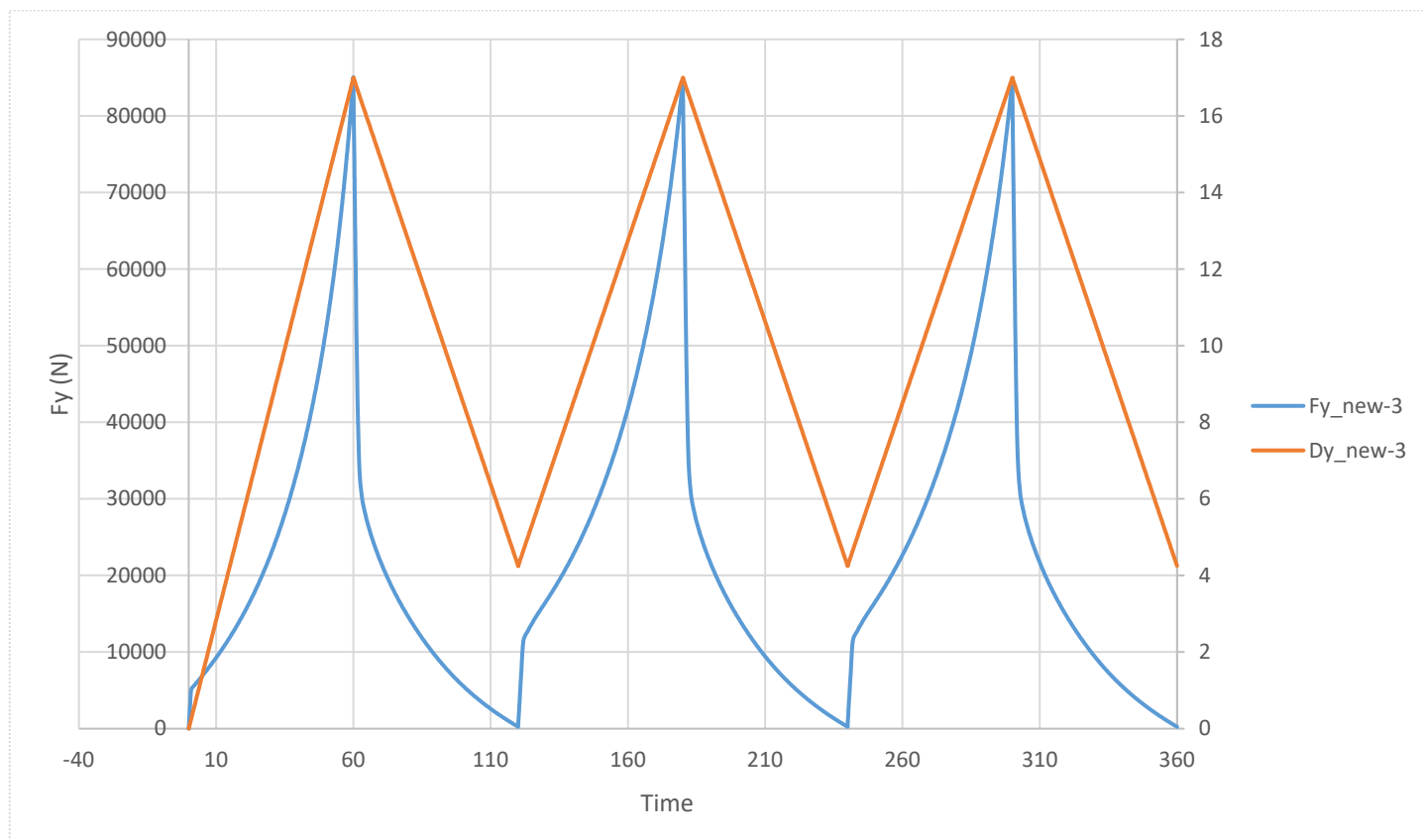
Графики зависимости суммарного усилия сжатия от вертикального перемещения, для 1-го варианта нагружения – new-1.



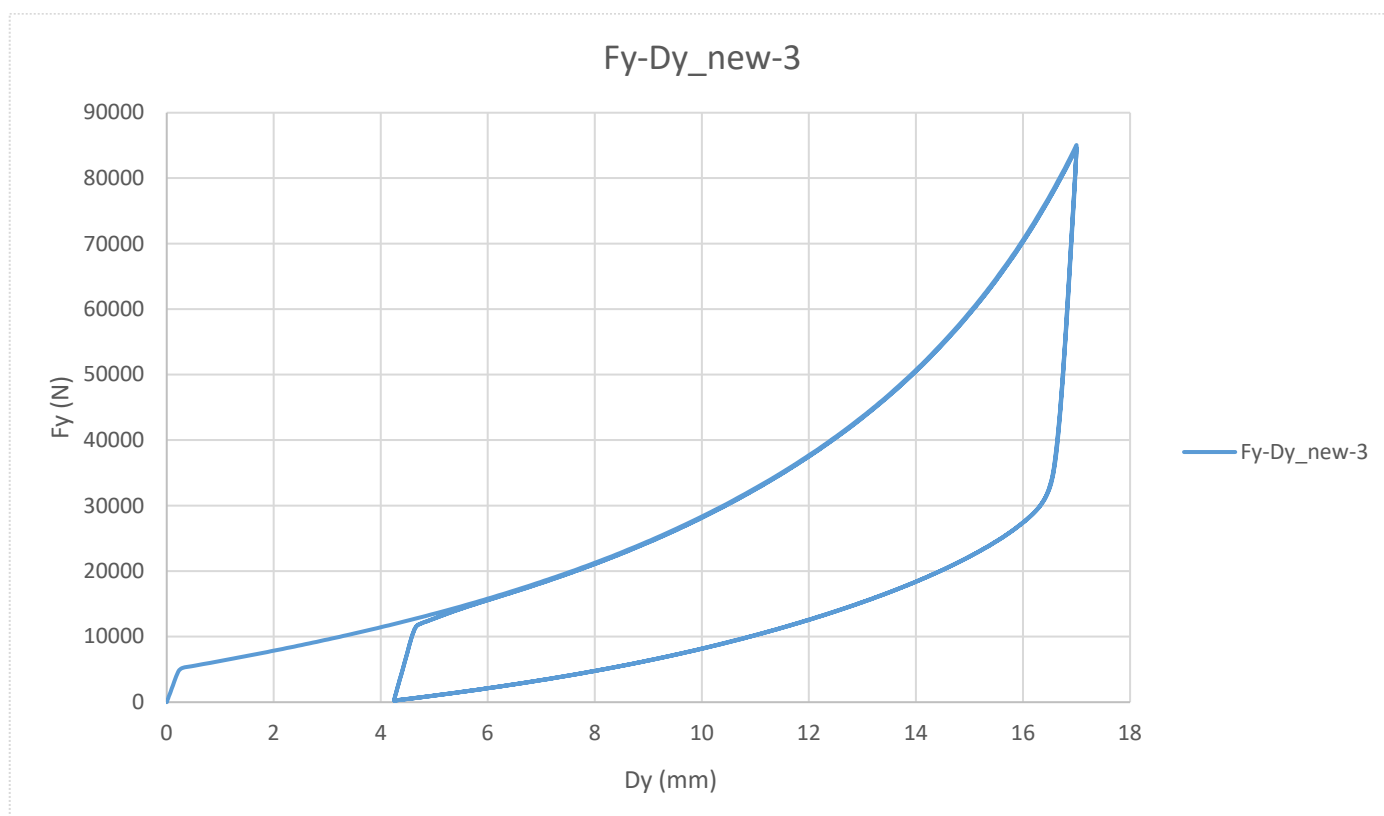
Изменение суммарного усилия и задаваемой деформации, в зависимости от времени для 2-го варианта нагружения – new-2.



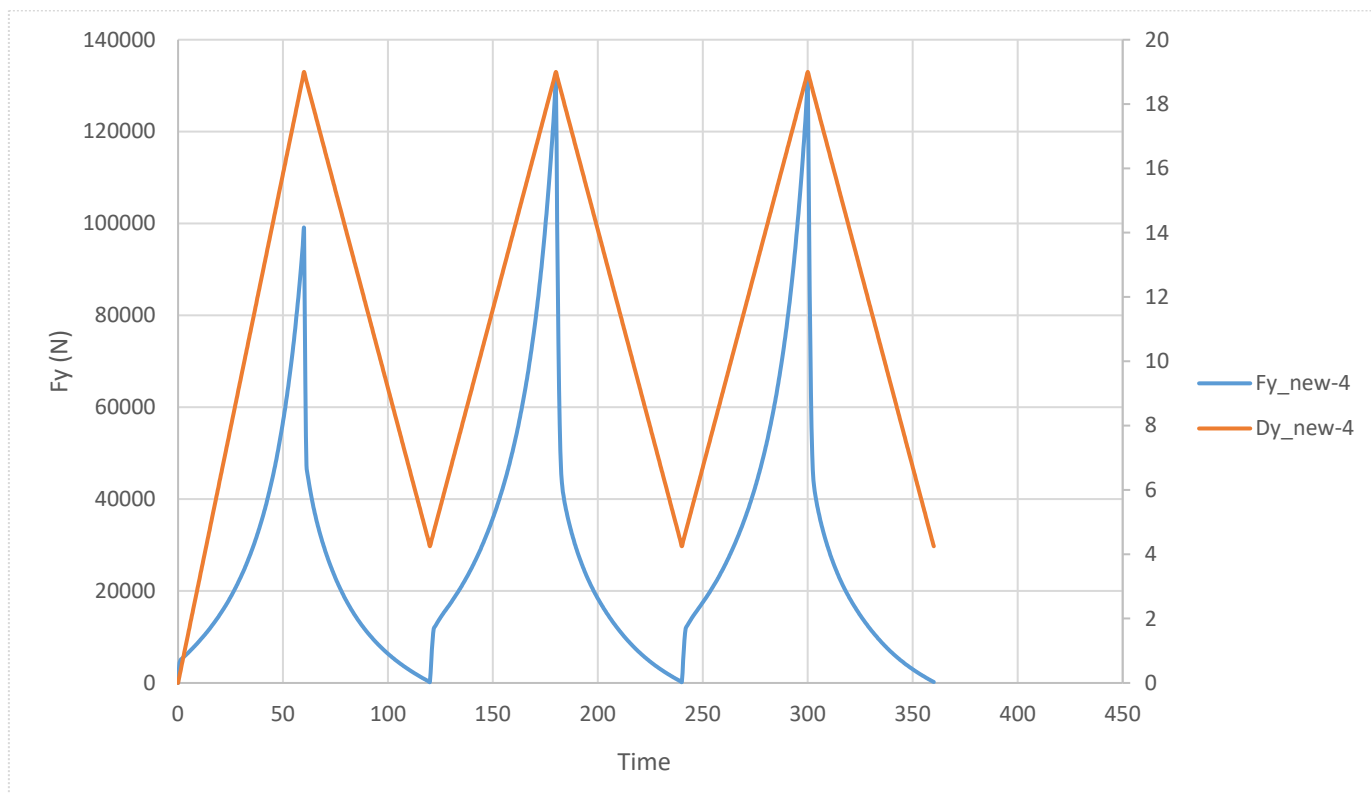
Графики зависимости суммарного усилия сжатия от вертикального перемещения, для 2-го варианта нагружения – new-2.



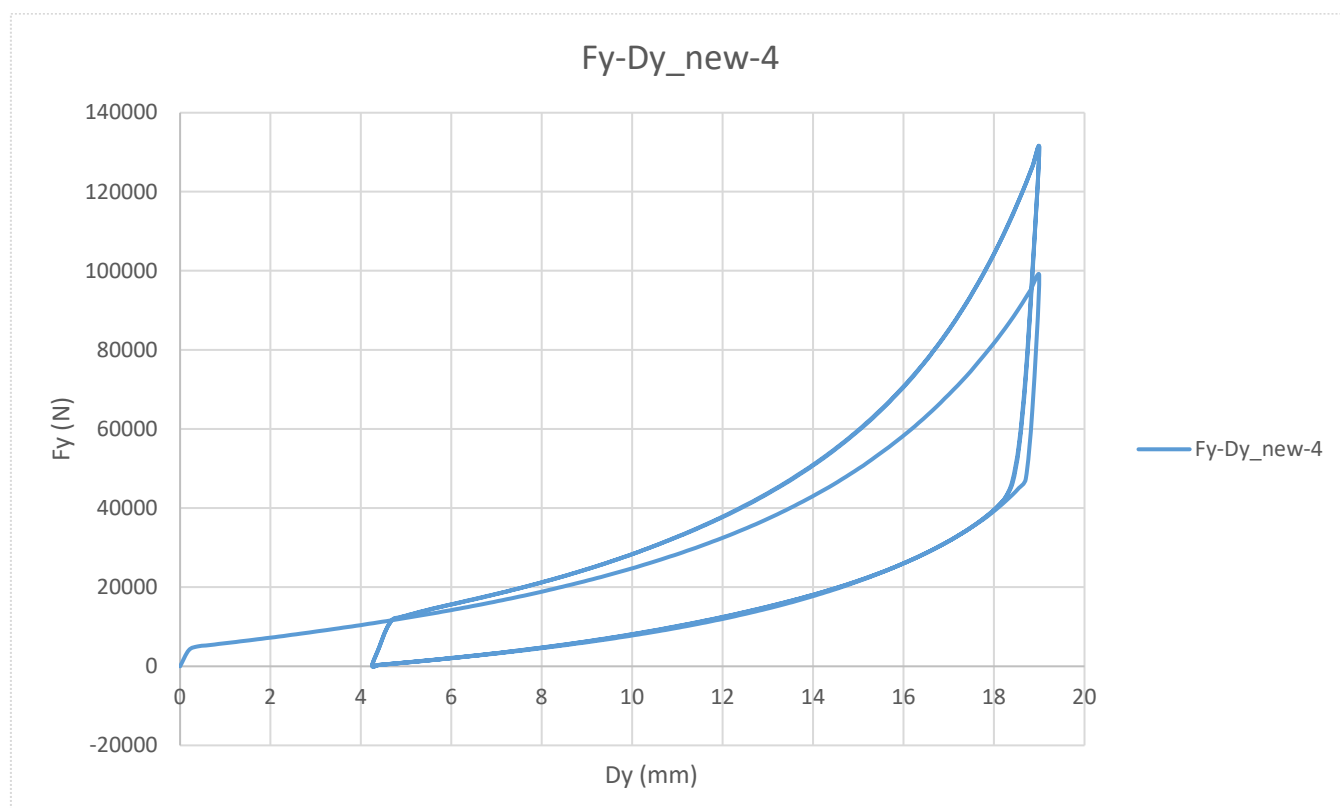
Изменение суммарного усилия и задаваемой деформации, в зависимости от времени для 3-го варианта нагружения – new-3.



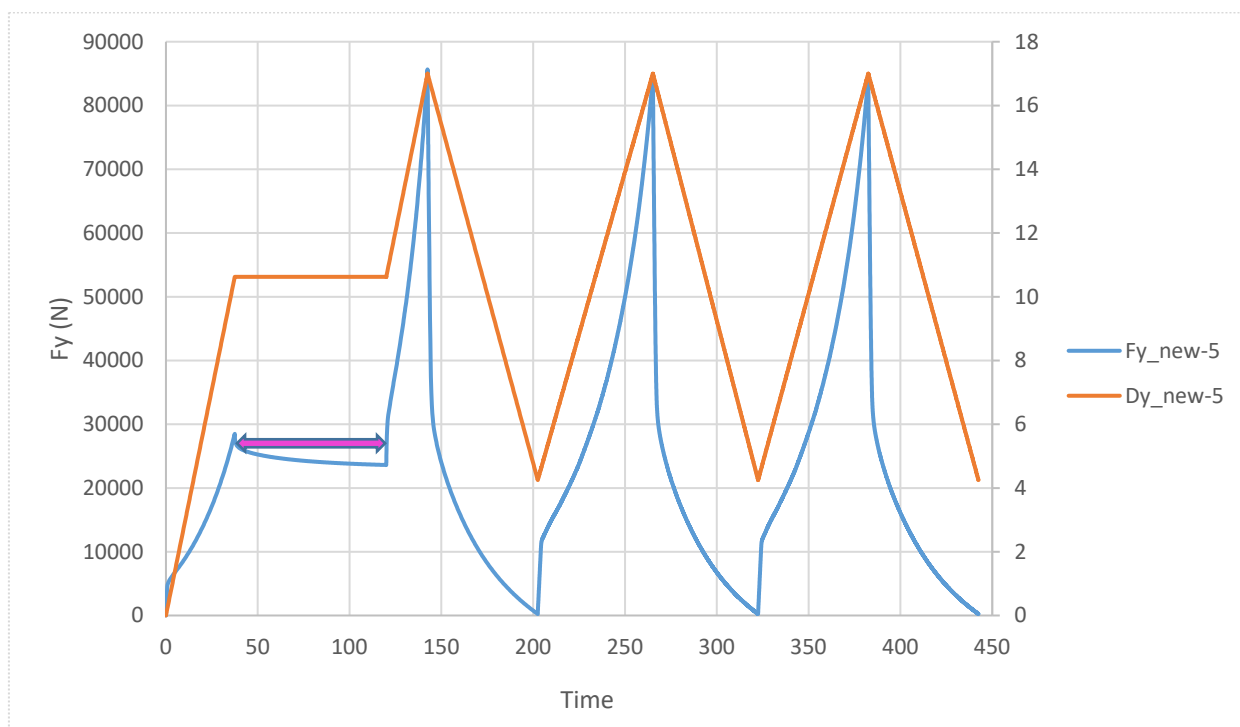
Графики зависимости суммарного усилия сжатия от вертикального перемещения, для 3-го варианта нагружения – new-3.



Изменение суммарного усилия и задаваемой деформации, в зависимости от времени для 4-го варианта нагружения – new-4.

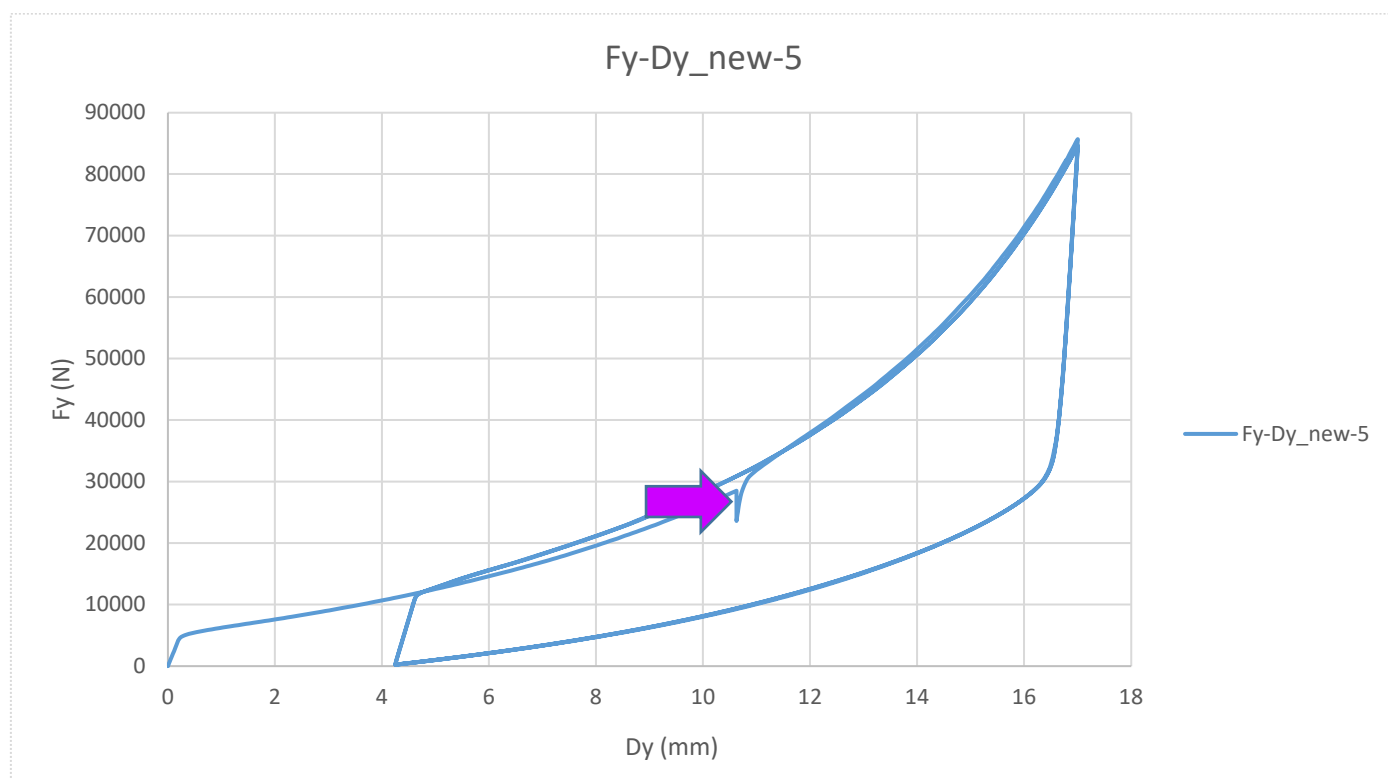


Графики зависимости суммарного усилия сжатия от вертикального перемещения, для 4-го варианта нагружения – new-4



Изменение суммарного усилия и задаваемой деформации, в зависимости от времени для 5-го варианта нагружения – new-5.

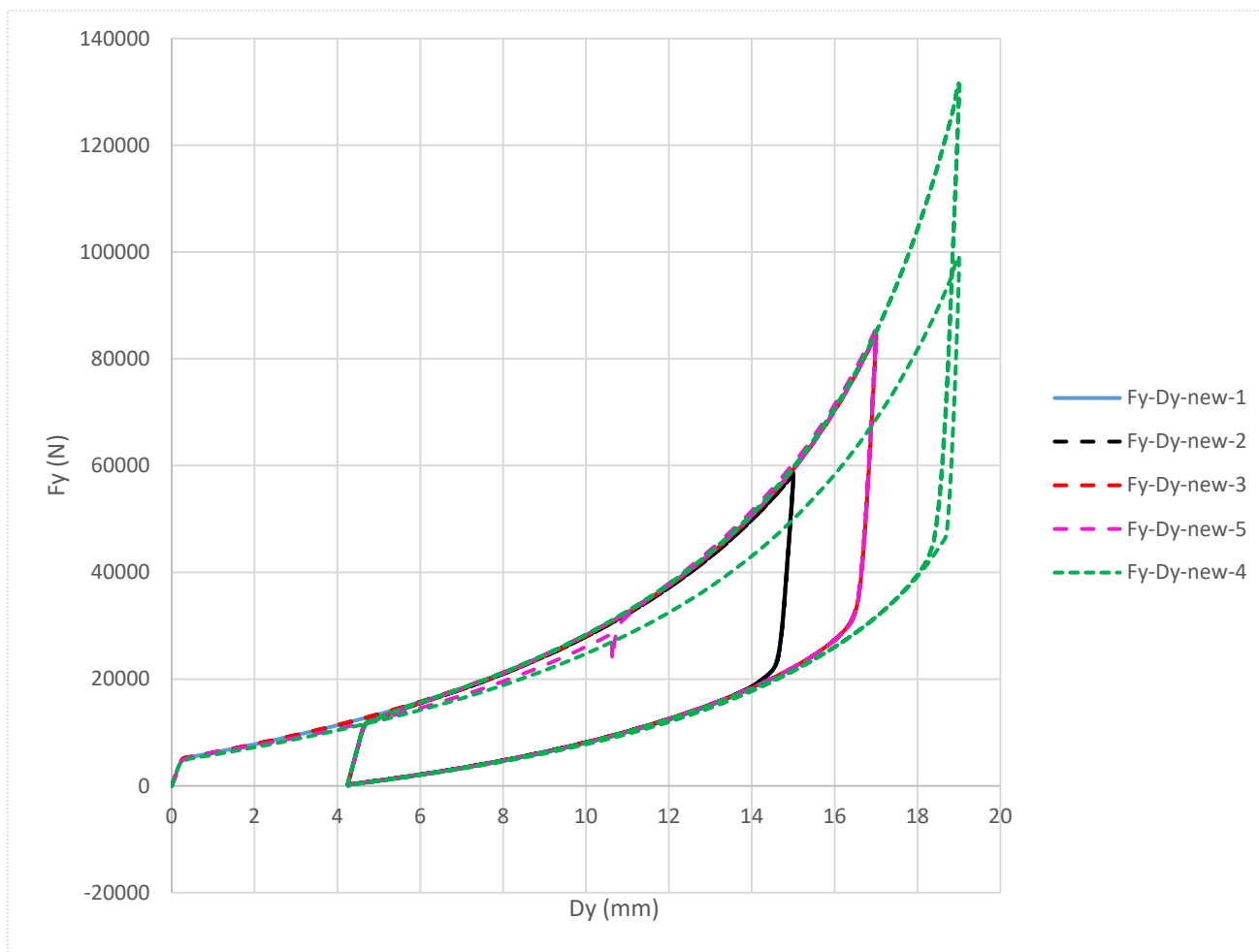
Стрелка малинового цвета указывает диапазон релаксации.



Графики зависимости суммарного усилия сжатия от вертикального перемещения, для 5-го варианта нагружения – new-5.

Стрелка малинового цвета указывает диапазон релаксации.

Не смотря на наличие участка релаксации в данном графике нагружения на 1-ом цикле, его поведение на 2-ом и 3-ем циклах весьма похоже на остальные варианты нагружения.



Графики зависимости суммарного усилия сжатия, от вертикального перемещения для всех вариантов нагружения.

Ответные графики на относительно разные воздействия весьма похожи/подобны, что позволяет предположить возможность/достаточность «простых» условий нагружения для решения требуемой задачи.

Но это совсем не означает, что «простые» условия нагружения в проводимых экспериментах, будут достаточными для любых иных задач.

Именно такие графики должны быть получены в качестве «результатов» натурных экспериментов.

Должны быть три колонки цифр:

- 1. Время**
- 2. Напряжение (суммарное усилие, деленное на первоначальную/исходную площадь сечения образца).**
- 3. Относительная деформация – отношение величины сжатия к первоначальной длине образца.**

Нужно как минимум три группы экспериментов, скорости которых «перекрывали бы» требуемый диапазон скоростей деформации в условиях реальной задачи.

Если диапазон скоростей деформации в реальной задаче «значительный» - кол-во групп экспериментов нужно увеличить.