

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАЗРЕЗНЫХ ФТОРОПЛАСТОВЫХ КОЛЕЦ

Магистрант Сидоренко Кирилл Русланович

Научный руководитель – к.т.н., доцент Вершина Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В настоящее время полимерные материалы благодаря своим уникальным свойствам находят все более широкое применение в самых различных отраслях промышленности и народного хозяйства – в радиоэлектронике и приборостроении, в электротехнической, химической и пищевой промышленности, в сельском хозяйстве и медицине, военной и космической технике. Но особенно высокую значимость они приобретают в машиностроительном производстве, где потребление полимеров становится уже соизмеримым с потреблением металлов.

Целесообразность применения полимерных материалов в машиностроении определяется, прежде всего, возможностью удешевления продукции, а также улучшением важнейших технико-экономических параметров машин (масса, долговечность, надежность). В результате внедрения полимеров высвобождаются ресурсы металла, а благодаря уменьшению отходов при переработке существенно повышается коэффициент использования материалов, который в настоящее время, согласно статистике, в два раза превышает коэффициент использования металлов.

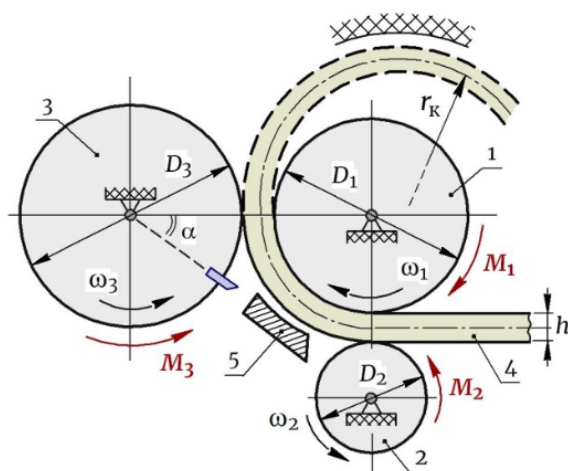


Рис. 1. Схема устройства для получения колец

Fig. 1. Diagram of the device for obtaining rings

Одно из достойных мест в ряду полимерных конструкционных материалов занимают фторопласт и композиции на его основе. Уплотнения из фторопласта в большинстве случаев изготавливаются методами механической обработки, и в настоящее время существует несколько технологий изготовления защитных фторопластовых колец (Рисунок 1), одна из которых

заключается в протягивании полимерной ленточной заготовки между вращающимися роликами, пластическом изгибе и закручивании ленты на приводной ролик-калибр с последующим отрезанием полосы после получения кольца требуемого диаметра. Данная технология позволяет существенно повысить производительность за счет автоматизации полного цикла изготовления разрезного кольца и непрерывности процесса, минимизировать отходы, снизить трудоемкость и энергоемкость производства.

Согласно технологии, процесс осуществляется на устройстве путем принудительной подачи ленточной заготовки между двумя роликами, один из которых выполняет роль формообразующего элемента, а другой является прижимным, и последующей операции отделения готового кольца отрезанием ленты с помощью отрезного механизма.

Механизм подачи включает в себя ведущий 1 и ведомый 2 ролики, связанные с силовым приводом, задающим элементам вращательное движение во встречном направлении и обеспечивающим равную линейную скорость роликов в зоне контакта. Ролик 2 для лучшего сцепления и предотвращения проскальзывания выполнен с упругой поверхностью, обеспечивающей также прижатие ленты 4, подаваемой в зазор. Для придания заготовке формы кольца осуществляют ее прижим роликом 2 приложением постоянного усилия и протягивание ленты по окружной поверхности формообразующего ролика 1, являющегося оправкой, на которой происходят изгиб и формирование кольцевой формы. Направляющим движущейся ленты является прижим 5, который обеспечивает ее загибание и движение к отрезному устройству, состоящему из ведущего ролика 1 механизма подачи и ведомого ролика-калибра 3 с жестко закрепленным резцом на его торцевой поверхности.

При разработке данной технологии самым сложным вопросом является проектирование рабочего инструмента, его размеров и геометрии, а также кинематических параметров устройства и

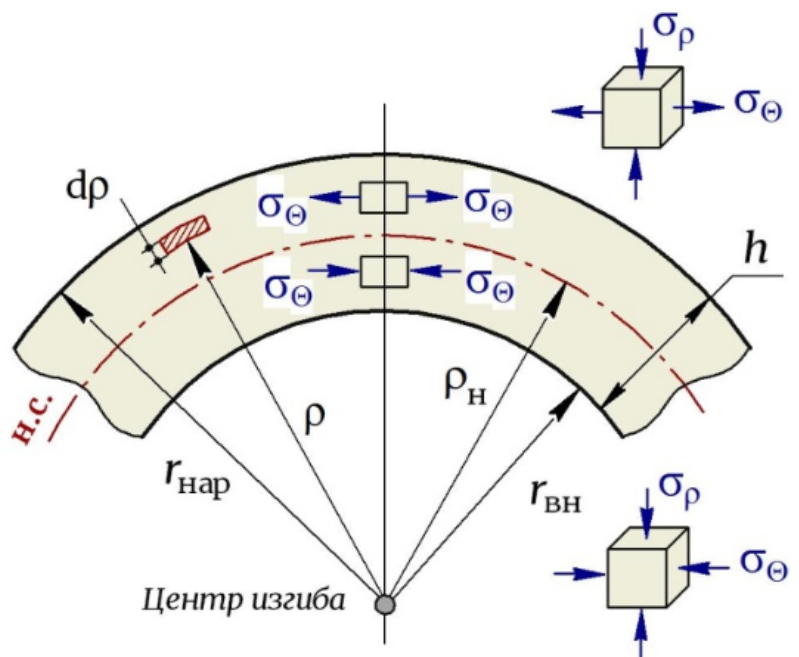


Рис. 2. Напряженное состояние при гибке

Fig. 2. Stress state during bending

механизма привода, обеспечивающих получение фторопластовых колец требуемой точности. При данной схеме деформирования имеет место чистый изгиб (Рисунок 2), при котором в заготовке возникают области растяжения и сжатия, и принимая для фторопласта механическую модель поведения как твердого деформируемого тела с возможностью возникновения упругих и остаточных деформаций, при расчете инструмента и процесса в целом следует принимать во внимание возникновение пружинения после разгрузки и его влияние на конечные размеры готового кольца. (Рисунок 3)

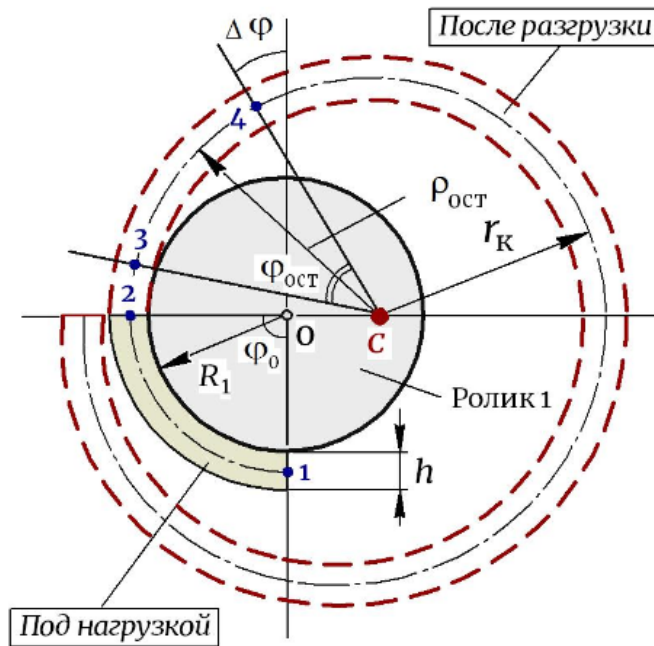


Рис. 3. Зона деформации ленточной заготовки

Fig. 3. Deformation zone of the strip blank

определяющие длину дуги, связаны между собой функционально $\rho = f(\varphi)$. Учитывая, что фторопласт при растяжении проявляет высокие упругие свойства и имеет высокую степень пружинения после разгрузки, достаточно быстро сбрасывая упругие составляющие полной деформации, длина зоны неустановившейся деформации 2–3 весьма незначительна и ее в расчетах можно не рассматривать, а отсчет формирующегося кольца производить от точки 3, принимая ее за начальную точку изделия, где радиус кольца $\rho_{ост}$ принимает конечное значение. Далее, за пределами этой точки кривизна ленты не изменяется, и она формируется в кольцо постоянного диаметра. Но поскольку при изгибе и в зоне нагружения (участок 1–2), и в зоне разгрузки (участок 3–4) длина нейтрального слоя не изменяется, увеличение радиуса приводит к уменьшению угла. (Рисунок 4)

При выходе из зоны нагружения лента не сразу принимает радиус готового кольца. Освободившаяся от нагрузки, но еще не полностью освободившаяся от упругих деформаций, она выходит на конечный диаметр постепенно, определяя положение центра кольца «С» относительно центра ролика 1. В результате на участке полосы между точками 2 и 3 образуется область неустановившейся деформации, в которой кривизна движущейся ленты изменяется, а изменяющиеся радиус и угол,

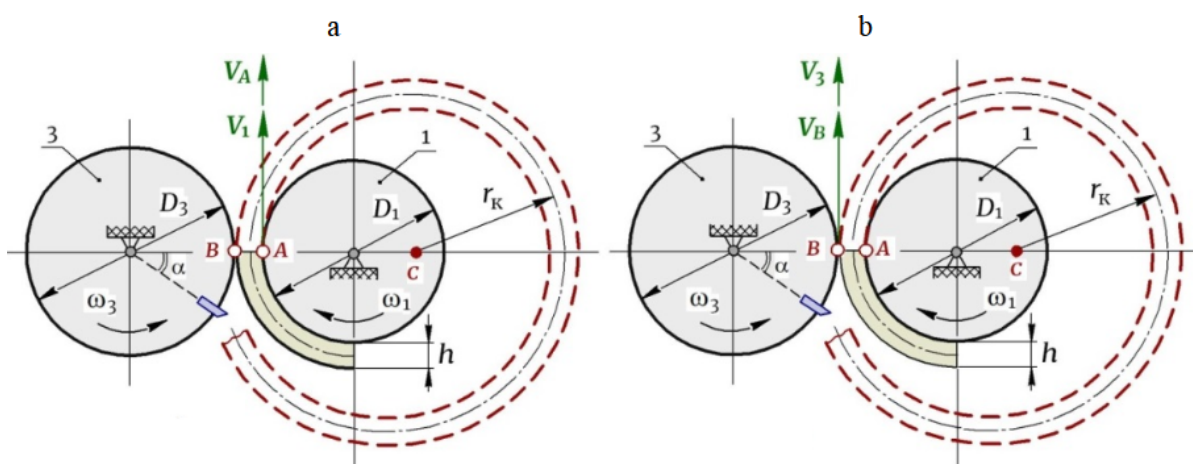


Рис. 4. Кинематический и геометрический расчет ролика-калибра 3

Fig. 4. Kinematic and geometric calculation of the caliber roller 3

В ходе же кинематического анализа установлено, что угловые скорости точек наружной поверхности фторопластовой полосы и точек ролика-калибра 3 одинаковы, а значит, при прохождении полного круга, что соответствует изготовлению одного кольца, диаметр ролика 3 должен быть равен наружному диаметру готового кольца: $D_{\text{заг}} = d_{\text{нар}}$. Однако на самом деле это не так. Скорость вращения ролика-калибра 3, определяется скоростью движения деформируемой ленты. Поэтому в расчётах данный фактор учтён.

Также были проведены некоторые эксперименты, которые подтвердили теоретические обоснования данной тематики. В ходе эксперимента, проведённого над кольцами из фторопласта марки Ф4К20 сечением $b \times h = 6 \times 1,5$ мм были получены некоторые результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты эксперимента

Кольцо $d_{\text{нар}}$, мм	40	50	65	70
Диаметр ролика-калибра D_3 , мм (экспериментальное значение)	40,4	50,8	66,2	71,4
Диаметр ролика-калибра D_3 , мм (расчётное значение)	40,6	50,7	65,9	71,0

Литература

1. Тугов, И. И. Химия и физика полимеров / И. И. Тугов, Г. И. Кострыкина. М.: Химия, 2009. 432 с.
2. Вершина, Г. А. Анализ деформационного поведения фторопласта-4 в условиях силового воздействия / Г. А. Вершина, Л. Е. Реут // Весці НАН Беларусі. Сер. физ.-технічных наук. 2016. № 4. С. 23-30.

3. Вершина, Г. А. Влияние упругого ядра на размеры кольцевого изделия при изгибе фторопластовой ленты / Г. А. Вершина, Л. Е. Реут // Наука и техника. 2019. Т. 18, № 1. С. 21-31. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2019-18-1-21-31>.
4. Сторожев, М. В. Теория обработки металлов давлением / М. В. Сторожев, Е. А. Попов. М.: Машиностроение, 1977. 422 с.

УДК 621.9

УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА ЭЛЕКТРОСТИМУЛИРОВАНИЯ ОСАЖДЕНИЯ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

Магистрант Коротченя Матвей Алексеевич

Научный руководитель – к.т.н. Чекан Н.М.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

На сегодняшний день алмазоподобные покрытия широко внедряются во всех сфере промышленности и индустрии. Благодаря выдающимся свойствам алмазоподобных покрытий они уже используются в космической аэропромышленности, в медицинском оборудовании и имплантации, химической и инструментальной промышленности, а также в машиностроении. Но одной из главных проблем является внедрение алмазоподобных покрытий на производство. Алмазоподобные покрытия для нанесения требуют наличия специализированных вакуумных установок, которая в свою очередь не приспособлена для нанесения других покрытий.

Поэтому возникает необходимость разработать устройство позволяющее наносить алмазоподобное покрытие на неспециализированных и непригодных для этого вакуумных установках. Данное устройство должно быть легко адаптируемо для установки на стандартные вакуумные камеры, и последующий съем при необходимости нанесения другого покрытия. Основными элементами конструкции являются два сеточных электрода.

Задача первого сеточного электрода торможение и улавливание (сорбция) ионов. Задача второго сеточного электрода ускорение электронов для последующего разложения газа и осаждения покрытия. При этом между сетками возникает динаatronный эффект. Также обе сетке сепарируют плазму, ограждаю от макрочастиц. Второй заземляется. Прозрачность каждой 80%.