

*Кириллов К. С., Туляков Д. В.*

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗМЕРОВ ЭКСТРУДАДА ИЗ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ**

*Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Соколова М. В.*

*ТГТУ, Кафедра «Переработка полимеров  
и упаковочное производство»*

Производство эластомеров на современном этапе развития, возрастает в среднем на 5-6 % ежегодно и к 2010 году, по прогнозам, достигнет 250 млн. тонн

Одним из самых распространенных методов переработки резиновых смесей является экструзия.

В практике получения изделий из резиновых смесей существуют проблемы, которые нередко приводят к браку изделий, это изменение геометрических размеров экструдата на выходе из формующего инструмента – “разбухание” и ухудшения физико-механических показателей экструдата за счет термодеструкции (подвулканизация) при изменении режимных параметров процесса.

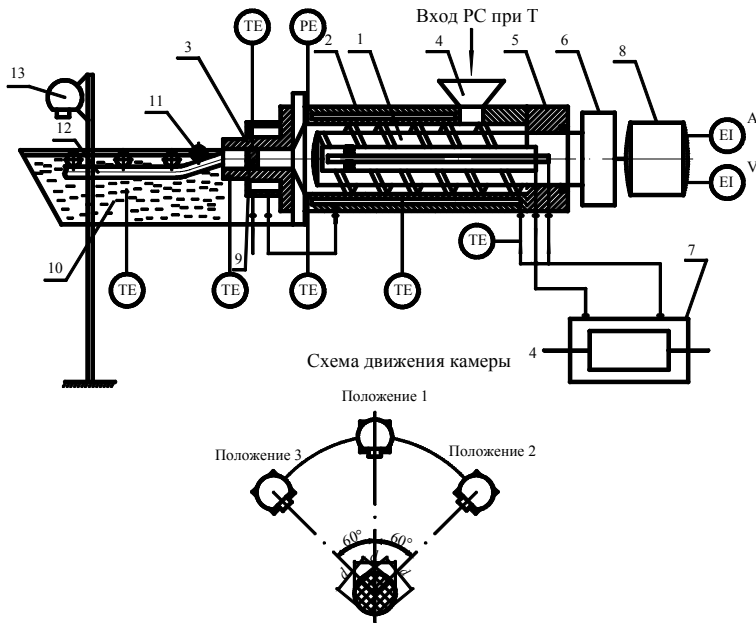
Явление «разбухание» является следствием нескольких процессов. При входе в формующий инструмент возникают напряжения, релаксирующие во время пребывания в нем расплава. Остаточные напряжения в заготовке в момент выхода ее из формующего инструмента и вызываемое ими поперечное расширение потока связаны со скоростью выдачи заготовки. Кроме того, при движении расплава в канале поперечный градиент скорости приводит к ориентации молекул в направлении потока, а по выходе из формующего инструмента происходит их дезориентация, что также приводит к деформации заготовки. Выравнивание профиля скоростей в потоке по выходе расплава из зазора формующего инструмента также приводит к некоторому увеличению сечения заготовки независимо от относительной длины формующего инструмента. При этом следует подчеркнуть, что в зависимости от температуры пластика и его свойств превалировать может тот или иной процесс.

В современных условиях экономического развития для успешного проектирования конкурентоспособного экструзионного оборудования необходимо определять такие технологические параметры и геометрические размеры формующего инструмента, которые удовлетворят условию получения качественных изделий.

Для определения качества получаемого изделия необходимо исследовать свойства перерабатываемого материала до загрузки в экструдер и после проведения экструзии.

Для расчета напряжений сдвига, которые вызывают изменение размеров экструдата используется математическая модель процесса экструзии резиновых смесей [1].

Для изучения проблемы создана экспериментальная установка, которая выполнена на базе машины МЧХ-32 рис.1.



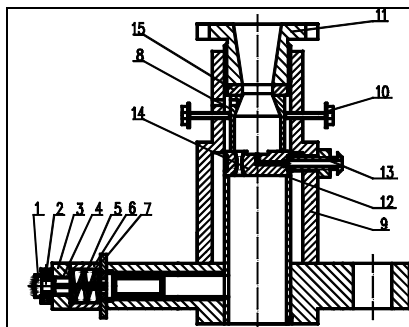
**Рис.1.Схема экспериментальной установки:**

1 - шнек; 2 -цилиндр; 3 -формирующая головка; 4 - загрузочное устройство; 5 - опора шнека; 6 - редуктор; 7 - термостат; 8 - электродвигатель; 9 - дорнодержатель; 10 - охлаждающая ванна; 11 - прижимные ролики; 12 - экструдат; 13 - цифровая камера; TE - датчик термодатчики; PE-датчик давления; А-амперметр; V – вольтметр

Экспериментальная установка представляет собой экструдер с диаметром шнека  $D = 0,032$  м, отношением длины нарезки к диаметру  $L/D = 10$ , углом наклона его нарезки  $\varphi = 17^\circ$ , глубиной винтового канала  $h = (0,003 \div 0,007)$  м, шириной гребня –  $e = 0,0035$  м, зазором между гребнем шнека и внутренней поверхностью материального цилиндра -  $\delta = 0,002$  м. Вращение шнека машины происходит от электродвигателя постоянного тока с возможностью регулирования угловой скорости его в пределах  $\omega$

$= (0 \div 7,85) \text{ с}^{-1}$ . ЭУ снабжена системой термостатирования цилиндра, шнека, формующей головки, которая включает термостат, снабженный термопарой и приборами регулирования и контроля температуры теплоносителя (воды). В цилиндре установлена термопара для измерения температуры резиновой смеси. Формующая головка снабжена датчиком давления и термопарой для измерения давления и температуры резиновой смеси на выходе из канала нарезки шнека, соответственно. Из формующей головки экструдат попадает в ванну оснащенную термопарой и прижимными роликами. Ванна содержит инертный теплоноситель с плотностью 1100-1150 кг/м<sup>3</sup>. Применение данного устройства позволяет исключить случайное влияние на изменение размеров экструдата сил тяжести и температуры окружающей среды на выходе из формующей головки, которые случайным образом влияют на изменение размеров экструдата. Измерение размеров экструдата осуществляется с помощью цифровой камеры в трех положениях (рис.1), которая закреплена на штативе. Управление приводом экспериментальной установки осуществляется пультом. На щите расположены: амперметр - для задания нужной частоты вращения; вольтметр - для измерения потребляемого напряжения.

На рис. 2 представлена модернизированная экструзионная головка для исследования технологического процесса переработки резиновых смесей. Головка оснащена системой термостатирования, датчиком давления часового типа для определения давления на входе в формующие каналы. Для определения температуры выхода



**Рис. 2.2. Головка экструзионная:**

- 1- индикатор часового типа,
- 2, 11- винт крепежный, 3 – планка,
- 4- штуцер крепежный,
- 5- пружина, 6- гильза упорная,
- 8- кольцо упорное,
- 9 – мундштук, 10- корпус,
- 12- втулка, 13- цилиндр переходной, 14- штуцер воздушный, 15- дорнодержатель, 16- отверстие под термопару.

смеси в головке предусмотрено отверстие в мундштуке для игольчатой термопары, а для определения температуры в центре формующих каналов имеется отверстие в дорнодержателе.

В процессе эксперимента необходимо выбрать такой режим экструзии и конструкцию формующего инструмента, чтобы в исследуемом материале не возникало разбухания, то есть значение относительного изменения диаметра экструдата (отношение диаметра заготовки к диаметру мундштука) было минимальным.

Эксперимент проводится следующим образом: резиновая смесь НО-68 приготовленная в центральной заводской лаборатории завода “АРТИ-Завод” г. Тамбова с известными свойствами, резалась на ленты шириной 20 мм. и наматывалась на загрузочный барабан экспериментальной установки. Далее установка в течении 30 минут разогревается (выход на режим) и производится серия экспериментов. Которые заключаются в получении образцов в течении 30 секунд с фиксированной частотой вращения  $n=(4;10;20;30;40;50;60)$  об/мин для различных диаметров мундштука и соответствующих им длин при  $d_1=8$  мм  $l_1=(23, 31,39)$  мм;  $d_2=10$  мм  $l_2=(23, 33,43)$  мм;  $d_3=12$  мм  $l_3=(23, 39,55)$  мм.

Также снимаются следующие параметры:  $T_{см.вых.}$  [ $^{\circ}C$ ] – температура выхода экструдата,  $T_{см.вх.}$  [ $^{\circ}C$ ] – температура на входе в формирующие каналы,  $T_d$  [ $^{\circ}C$ ] – температура в дорнодержателе, которые измеряется игольчатой термопарой;  $P$  [дел] – давление которое снималось по датчику часового типа;  $I$  [А] - потребляемый ток замерялся с помощью амперметра;  $Q$  [кг/ч] - производительность шнековой машины, которая получается взвешиванием каждого полученного образца [г/(30сек)]. На выходе из оформляющего канала цилиндрическая заготовка попадает в ванну, где измеряются диаметры проекции экструдата в трех положениях с помощью цифровой камеры. После охлаждения образцов размеры экструдата измеряются в тех же точках, что позволит рассчитать относительное изменение диаметров образца  $\delta$  до и после охлаждения.

### Список литературы

1. Туляков Д.В., Жирняков Д.В., Соколов М.В., Клинков А.С. Моделирование процесса экструзии профильных заготовок из эластомеров. Сборник докладов 5-ой Международной научно-технической конференции. “Авиакосмические технологии. АКТ-2004”, Воронеж. 2004.