ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»

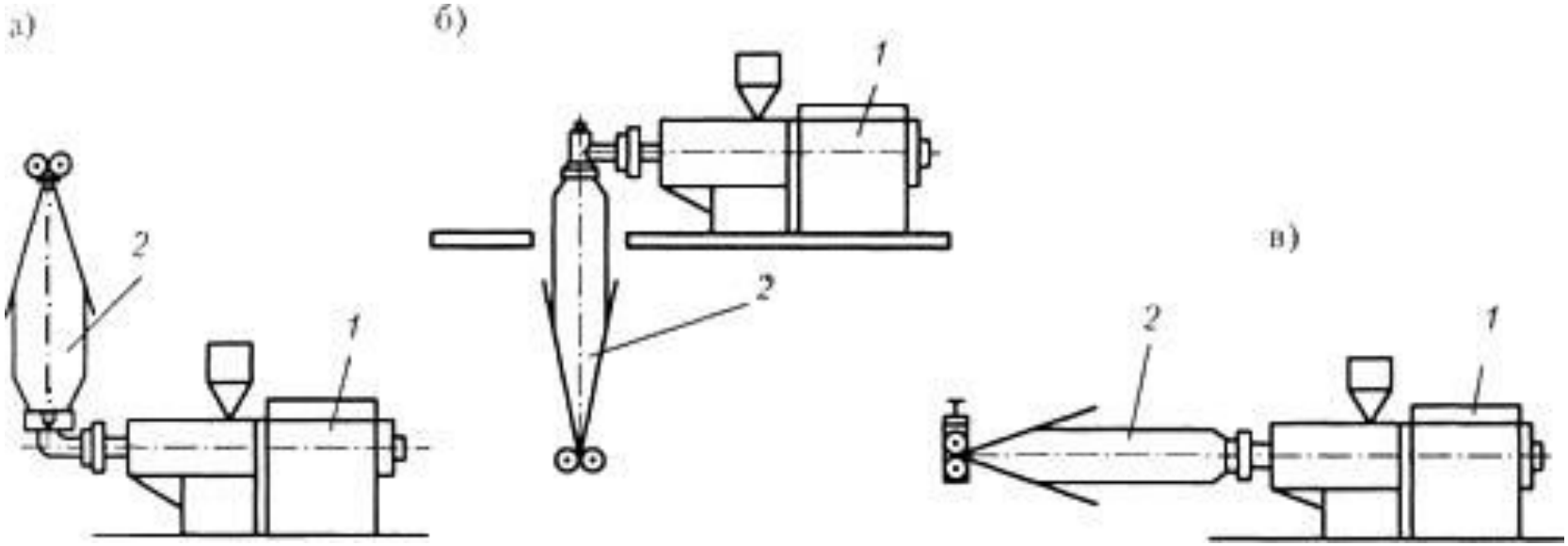
Ресурсный центр коллективного пользования «Космические аппараты и системы»

Магистерская программа «Технология производства изделий из полимерных композиционных материалов»

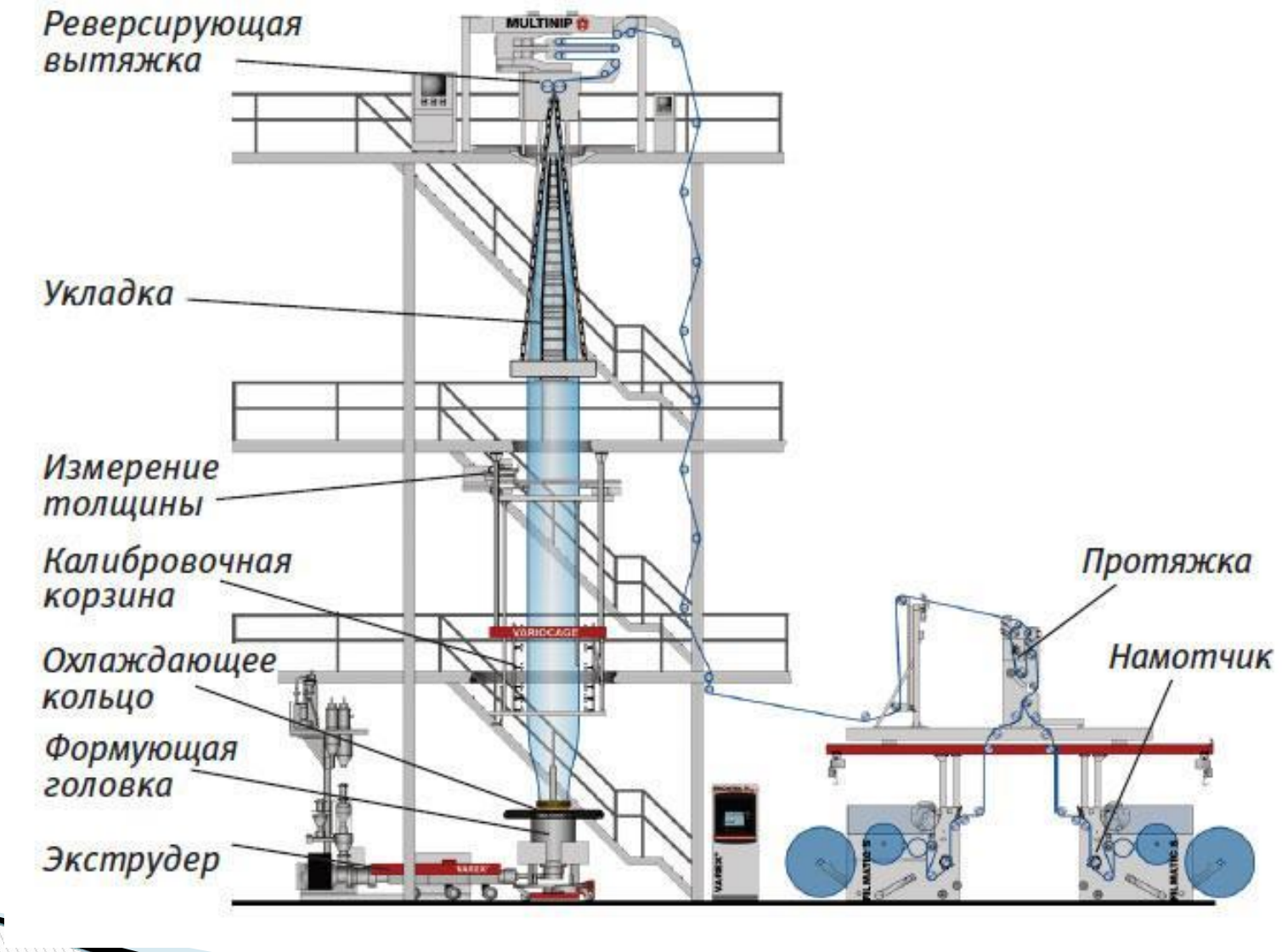
Курс «Технология производства изделий из термопластичных композиционных материалов»

Технология изготовления полимерных пленочных рукавов

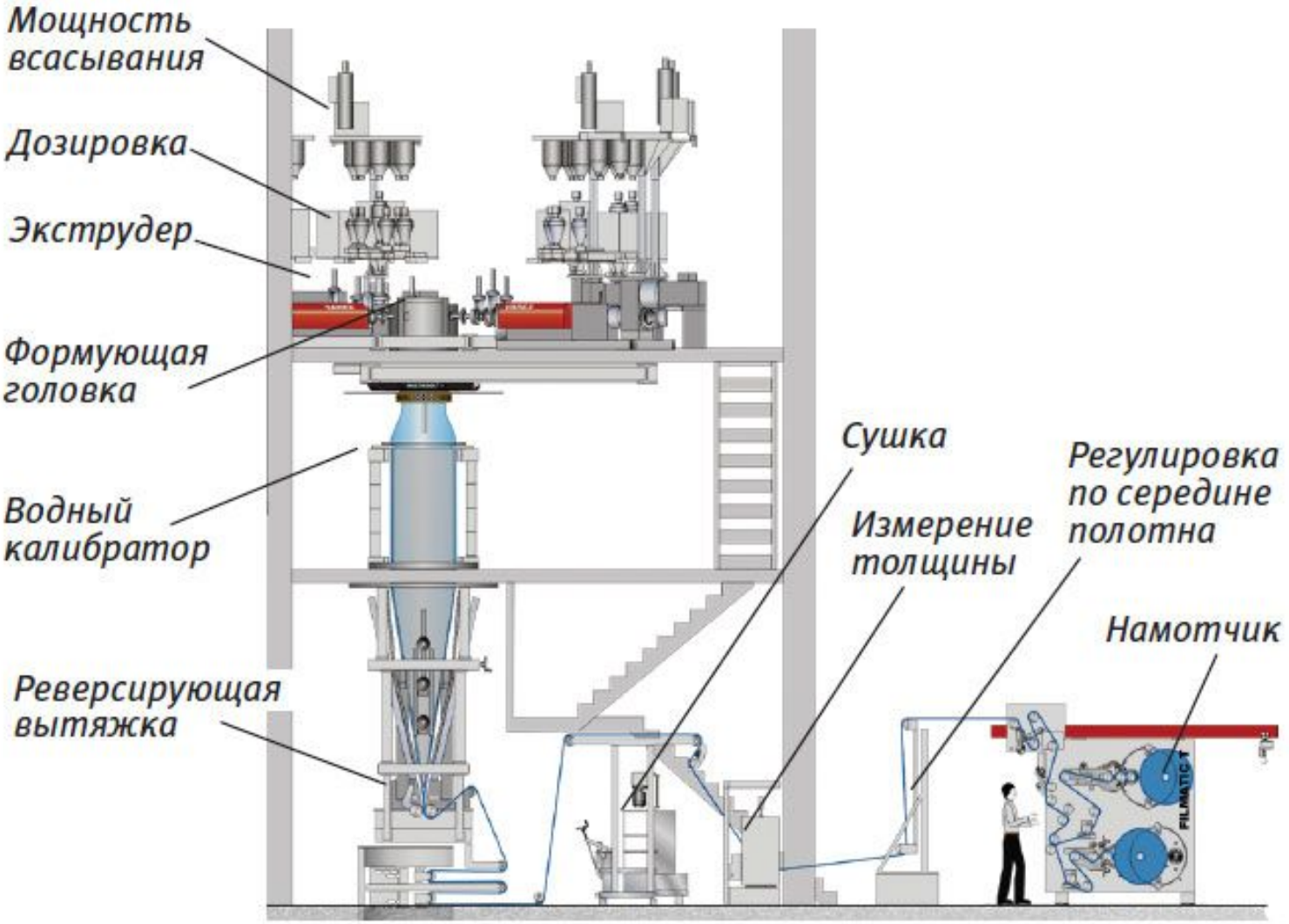
Варианты способов отвода полимерного рукава



Линия производства рукавной пленки



Линия производства рукавной пленки



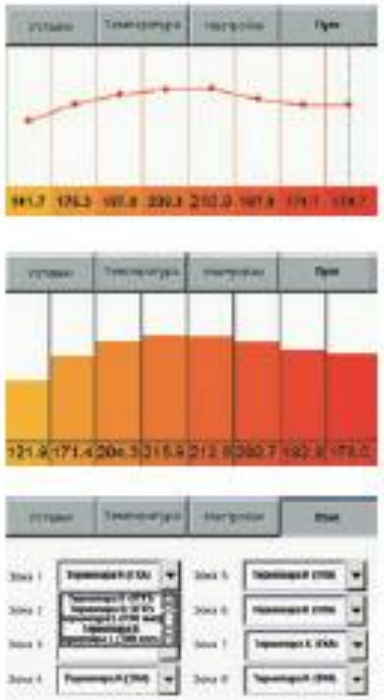
Линия производства рукавной пленки

General Pl

Схема контроля температуры при производстве рукавной пленки

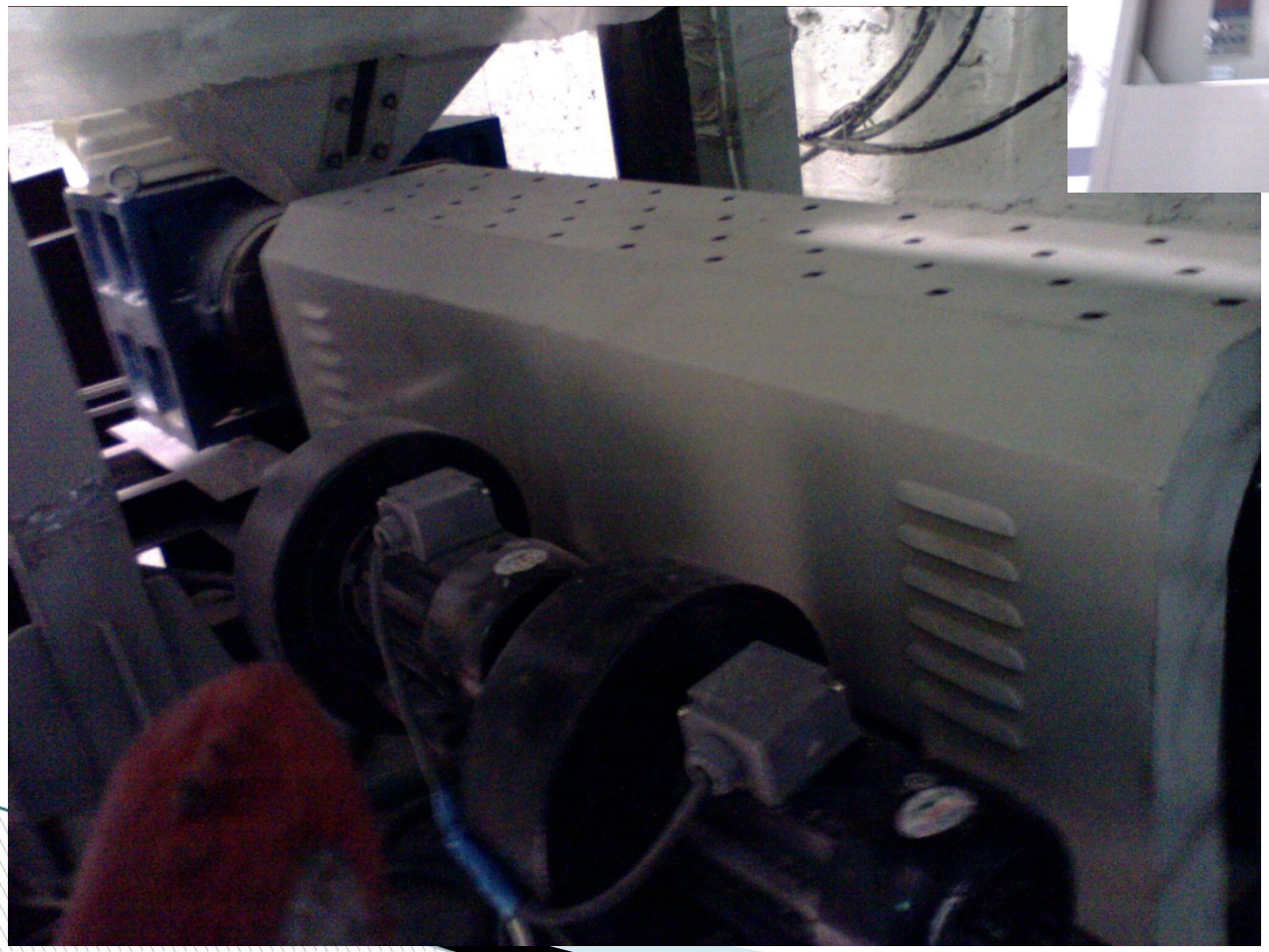
Готовый проект!

Комплект оборудования + программа для панели оператора

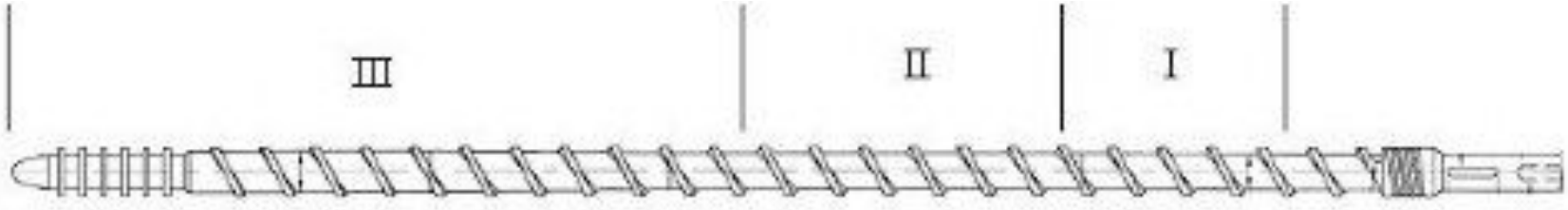


На одном из предприятий г. Красноярска…

На одном из предприятий г. Красноярска…

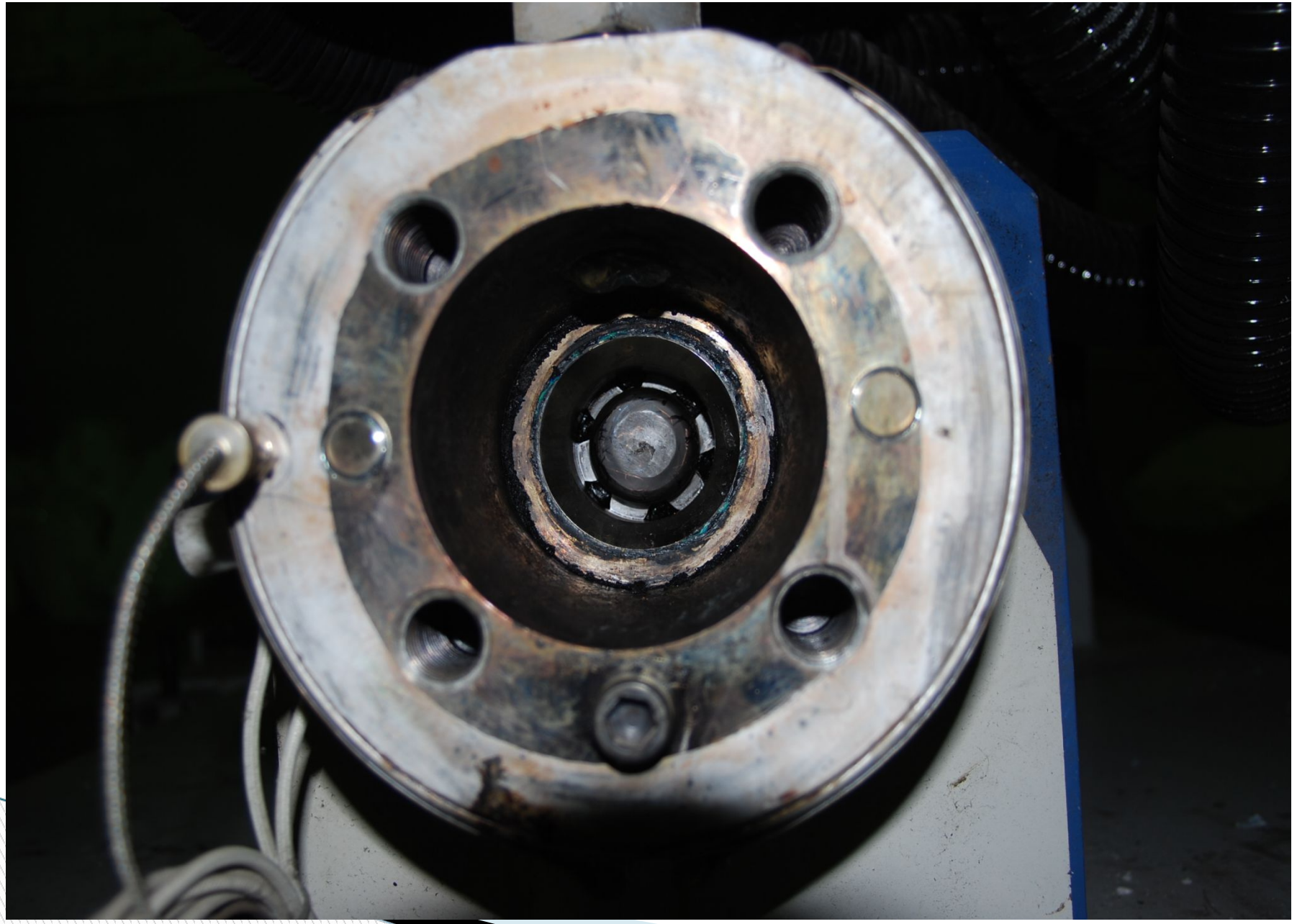


Общий вид шнека для производства рукавной пленки из ПЭ



Пластикация полимера. Для пластикации используются преимущественно одночервячные экструдеры с диаметром шнека D 36,45,63,90,160 и реже 250 мм; с длиной червяка (25-32)D для достижения лучшей гомогенизации расплава и уменьшения пульсации расплава. Чем тоньше пленка или составляющие ее слои - тем длиннее должен быть червяк. Конструкция червяка, как правило, трехзонная (для ПВХ - двухзонная) с длиной зоны плавления (1-2)D, степень сжатия - до 4,2, загрузочная зона червяков - охлаждаемая. Материальный цилиндр обычно имеет 4-6 зон обогрева, причем температура должна регулироваться с точностью ±(1-1,5)°С.

Температура по зонам цилиндра определяется свойствами перерабатываемого полимера и вязкостью его расплава. При выборе режима пластикации учитывают, что температура материального цилиндра должна плавно возрастать от загрузочного отверстия к головке, перед входом в которую она максимальна.



Формование рукавной заготовки происходит в рукавной головке, в которую поток расплава полимера поступает из экструдера и затем выдавливается из кольцевого оформляющего зазора. С этой целью используют угловые или прямоточные головки, обычно с диаметром кольцевого зазора 250-750 мм.

Воздух для пневморастягивания рукава подводится через дорн.

Обязательные требования к головкам - отсутствие застойных зон, равномерное и одинаковое по длине каналов движение расплава, равномерный, без пульсаций, выход рукава с равной по периметру толщиной стенки.

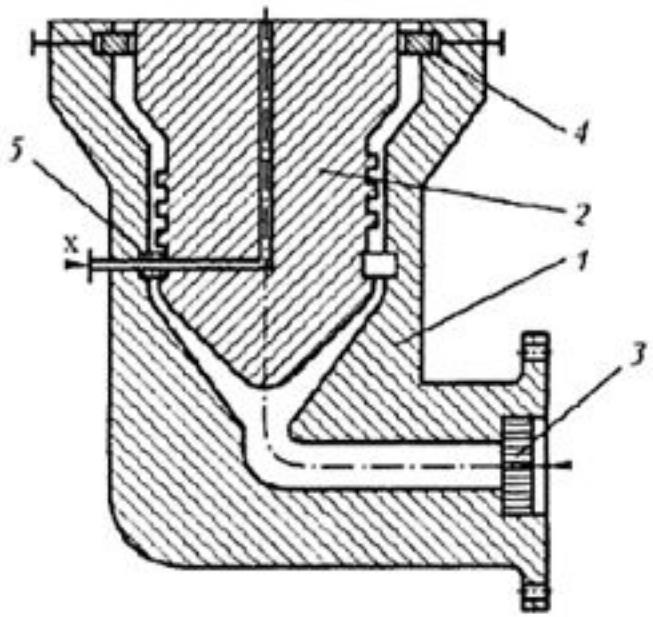
Конструкция головки должна обеспечивать необходимое гидравлическое сопротивление (давление до 20-30 МПа), а ее устройство - легкую установку и разборку.

Материал рабочих поверхностей головки должен быть коррозионностойким.

Наибольшее распространение получили головки с центральным входом и винтовым распределительным каналом.

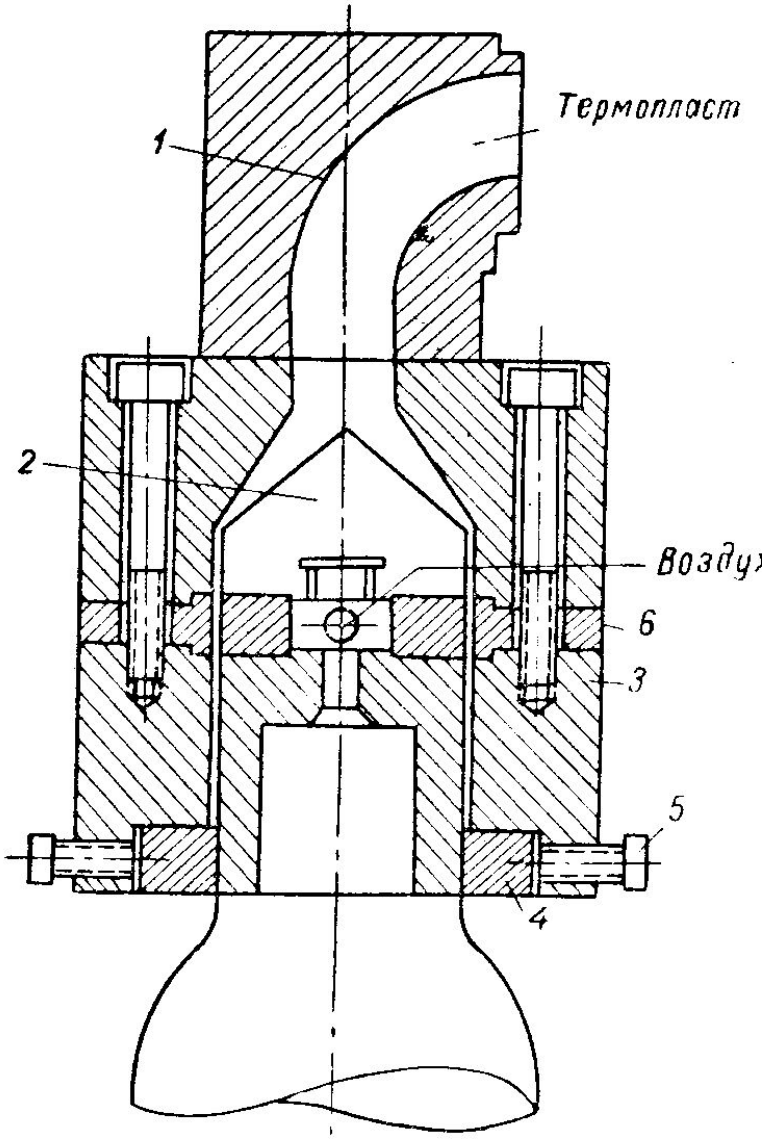
Схема угловой рукавной головки с центральной подачей расплава

1 - корпус головки;
2 - дорн;
3 - фильтр;
4 - мундштук;
5 - доронодержатель.



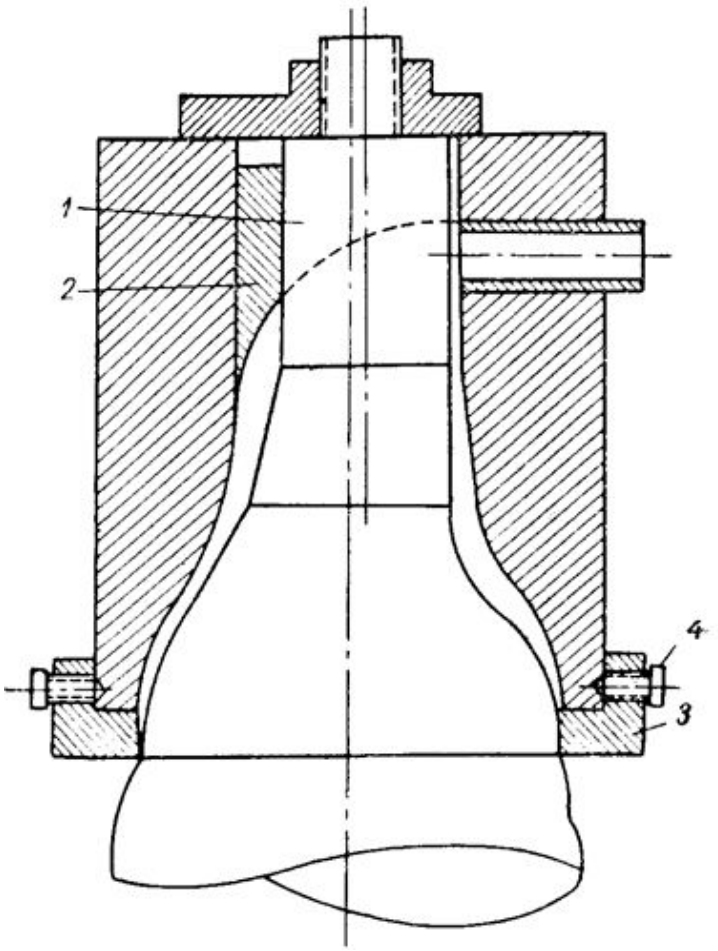
Головка с верхним питанием

1 – труба для питания;
2 – дорн;
3 – корпус головка;
4 – формующее кольцо;
5 – регулировочный болт;
6 – дорнодержатель



Головка с боковым питанием

1 – дорн;
2 – направляющая втулка;
3 – формующее кольцо;
4 – регулировочный болт;
5 – штуцер для входа расплава



Повышению качества пленки (равнотолщинность, отсутствие сварочных полос) способствует применение головок с вращающимися элементами.

Вращающиеся головки, как правило, применяются при производстве пленок шириной 5 и более метров.

Температура головки оказывает существенное влияние на такие эксплуатационные свойства пленки, как мутность, выражаемую в процентах, и глянцевитость, оцениваемую в условных единицах.

Чем больше перепад между температурой головки, равной температуре экструдируемой рукавной заготовки, и температурой окружающего пространства, тем больше в полимере раздуваемого рукава содержание аморфной фазы и, соответственно, тем прозрачнее пленка.

Раздув заготовки и образование пузыря

Важнейшая технологическая операция, формирующая физико-механические и эксплуатационные свойства изделия.

Параметры этой операции - степень раздува заготовки, продольная вытяжка рукава и его конфигурация в зоне раздувания.

Степень раздува εр, при прочих равных условиях оказывает существенное влияние на равномерность пленки по толщине в поперечном направлении. Она определяется из соотношения:

$$\varepsilon_р = (D/d_k)\cdot 100\%,$$

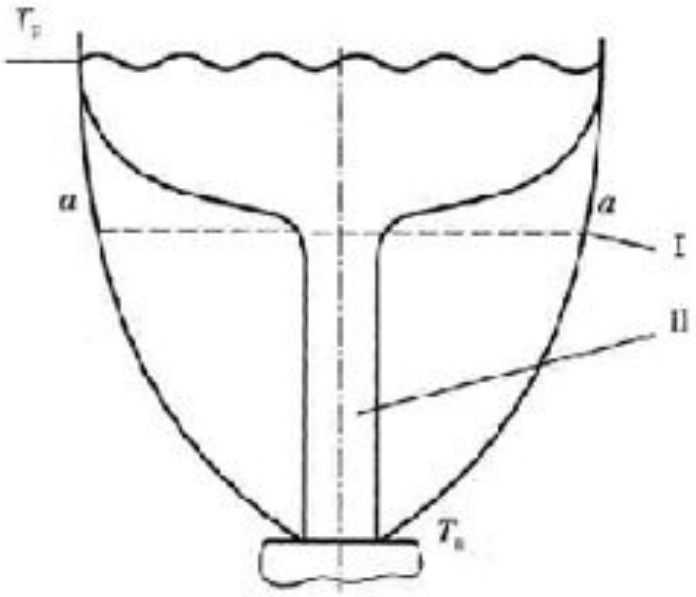
где D – диаметр рукава; d_k - диаметр рукавной заготовки, равный диаметру кольцевой формующей щели.

Обычно $\varepsilon_р$ не превышает 300%, составляя 200-250%. С увеличением степени раздува повышается прочность рукава в поперечном направлении и снижается - в продольном. Прочность в продольном направлении зависит от долевой вытяжки $\varepsilon_п$, которая определяется соотношением скоростей отвода рукава $V_{отв}$ и выдавливания $V_в$:

$$\varepsilon_п = (V_{отв}/V_в)\cdot 100\%.$$

Для получения рукава, равнопрочного в продольном и поперечном направлении, должно соблюдаться соотношение $\varepsilon_р \approx \varepsilon_п$.

Форма раздуваемого рукава



I - плавное расширение;
II - грибовидное расширение.

Оказывает существенное влияние на термоусадку, причем в большей степени на ее поперечную составляющую.

Грибовидная форма рукава является предпочтительной, так как позволяет разделить процессы продольной и поперечной вытяжки, а значит, позволяет их регулировать.

Конфигурация рукава в зоне раздувания зависит от давления воздуха в рукаве, скорости его отвода от головки и от интенсивности охлаждения воздухом, поступающим из наружной охлаждающей системы.

Выдавливаемый из головки прозрачный рукав на некотором расстоянии от нее мутнеет.

Этот эффект наблюдается у кристаллизующихся термопластов. Условную линию, разделяющую прозрачную и непрозрачную часть рукава, принято называть «линией кристаллизации», выше которой дальнейший раздув рукава не происходит и рукав сохраняет свою цилиндрическую форму с достигнутым диаметром D.

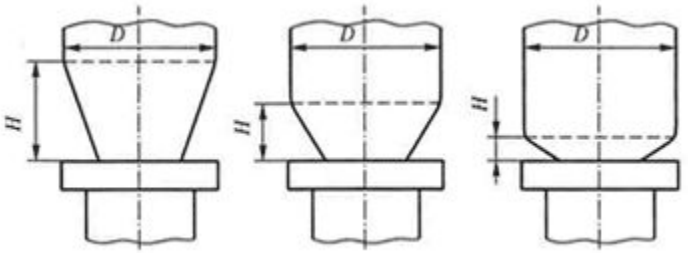
На «линии кристаллизации» температура полимера равна или близка к температуре размягчения.

Конфигурация рукава в зоне раздувания:

а - вытянутая;

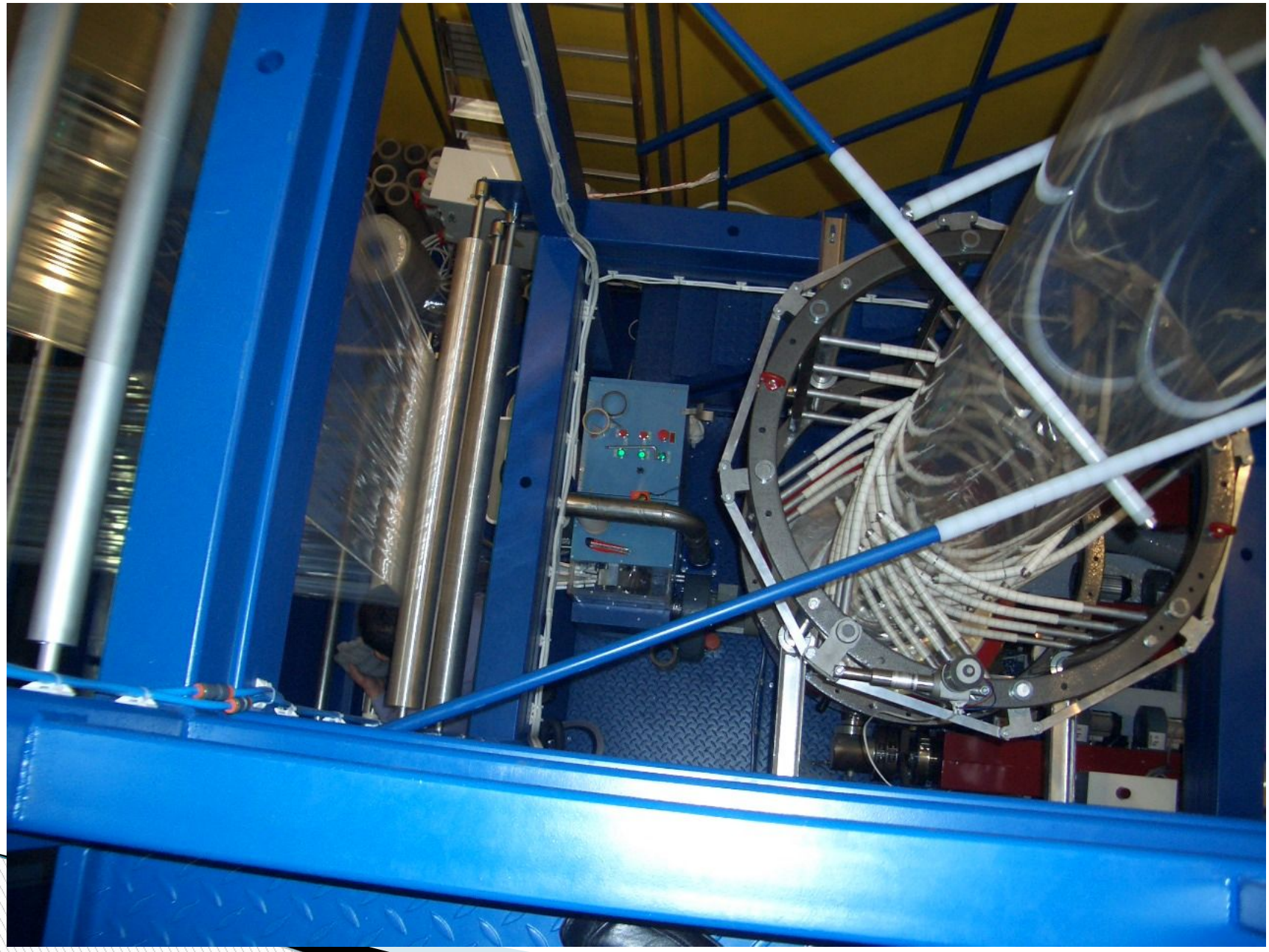
б - нормальная;

в - сильно раздутая.

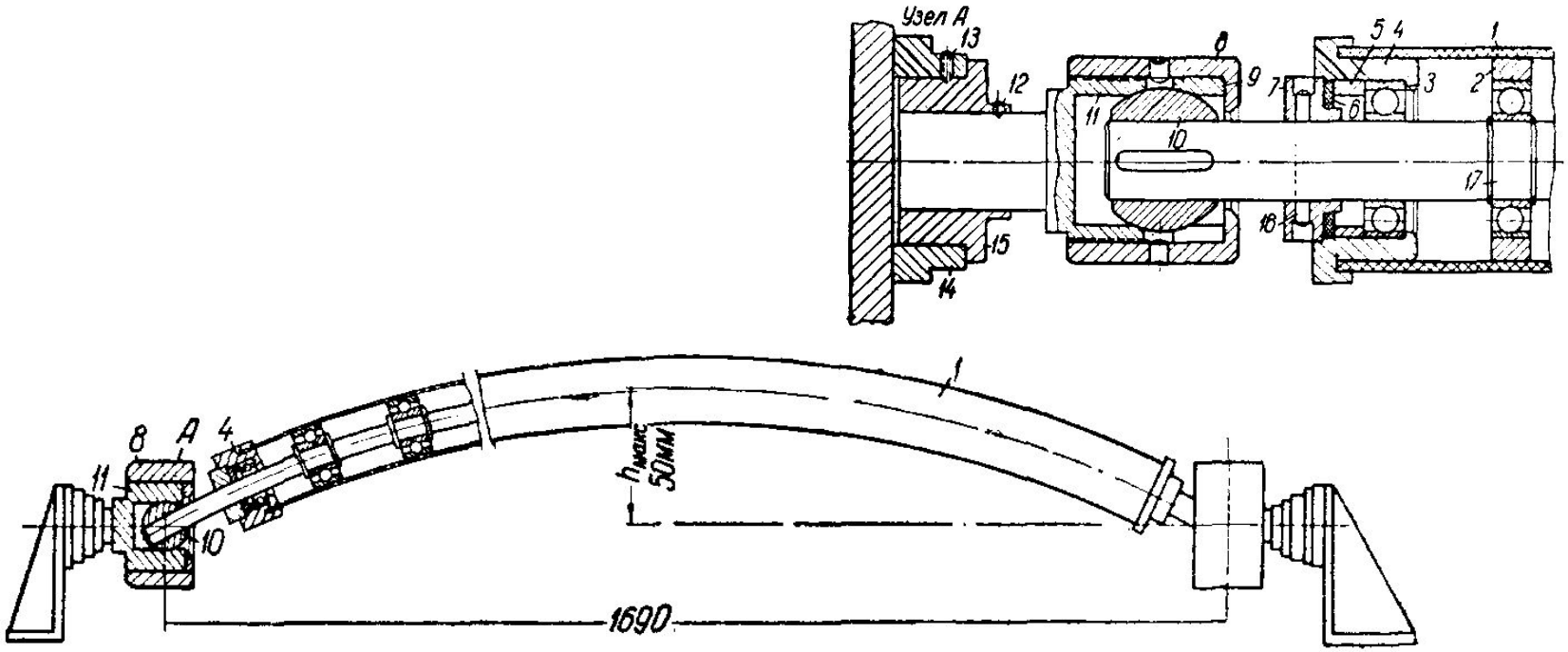


При согласованных параметрах раздува, скорости отвода и темпа охлаждения рукав принимает «нормальную» конфигурацию, при которой высота «линии кристаллизации» H ≈ (0,3-0,4)D.

bto



Изогнутый распрямляющий валик приемного устройства для пленки



1 – труба; 2, 7 – кольца; 3 – подшипник; 4 – ступица; 5, 9 – втулки; 6 – прокладка; 8 – гайка; 10 – шаровая опора; 11 – цапфа; 12, 13 – стопорные винты; 14 – фланец; 15 – втулка; 16 – штифт; 17 – стальной изогнутый валик

Термоусадочные пленки

Для изготовления термоусадочной пленки из полиэтилена используются следующие марки ПЭНП: 15313-003; 17504-006 и 15813-020. Две первые марки предпочтительнее, поскольку их более низкий ПТР (0,3 и 0,6 г/10 мин) свидетельствует о большем значении средней молекулярной массы полимера и, следовательно, о возможности достижения большей степени вытяжки и ориентации.

В отношении термоусадочных пленок действует ГОСТ 25951, распространяющийся на изделия из полиэтилена.

Физико-химическая особенность термоусадки заключается в формировании несвойственной полимеру надмолекулярной структуры в результате больших осевых деформаций и последующего понижения температуры. При нагревании выше определенной температуры происходит изменение надмолекулярной структуры, которое приводит к геометрическому изменению размеров изделия.

Ориентация макромолекул сопровождается повышением прочности полимера в направлении деформирования. Для пленок эта ориентация может достигаться в продольном, осевом, или в радиальном, поперечном, направлении. Или одновременно в продольном и поперечном направлении, как это происходит с пленками, получаемыми по описанной ранее технологии раздува с одновременным отводом рукава. С возрастанием степени раздува значения продольной и поперечной термоусадки сближаются.

Термоусадочные пленки

Из рабочих параметров на процесс продольной и поперечной вытяжки и, соответственно, термоусадки влияют зазор формующей щели, температура переработки и толщина пленки.

Увеличение зазора формующей щели вызывает увеличение степени вытяжки и тем самым степени продольной усадки. При этом уменьшается ориентация макромолекулярных цепей в самом канале формующего инструмента, что приводит к незначительному снижению продольной усадки и увеличению усадки в поперечном направлении.

Повышение температуры переработки приводит к снижению показателей усадки в обоих направлениях. Это связано с увеличением подвижности макромолекул полимера, и, как следствие, уменьшением времени релаксации. Ориентированные макромолекулярные цепи или их фрагменты успевают принять свою исходную структуру до того, как температура пленки станет ниже температуры размягчения Тр полимера.

Толщина пленки на степень вытяжки влияет отрицательно. Поэтому степень вытяжки с увеличением толщины падает (при прочих равных условиях), как следствие уменьшается и продольная усадка.

Стрейч-пленки

Стрейч (растягивающаяся) пленка является упаковочным материалом. Для ее производства используются сополимеры этилена с винилацетатом (СЭВА), специальные марки линейного полиэтилена низкой плотности (ЛПЭНП), а также некоторые сополимеры этилена с высшими α-олефинами. Эти полимеры характеризуются значительной деформативностью в твердом состоянии, достигающей для отдельных марок 500-600% при сравнительно невысоких прочностных свойствах.

Толщина стрейч-пленки составляет до 30 мкм, ширина до 500 мм. Пленка может быть одно- и многослойной.

Основные потребительские характеристики стрейч-пленки следующие:

- престрейч - относительная деформация, на которую может быть растянута, пленка при обертывании продукции с обеспечением гарантированного скрепления объекта и без образования в ней разрывов и надрывов (от 50 до 500 %);
- прочность;
- относительное удлинение в продольном и поперечном направлениях;
- стойкость к проколу и раздиру;
- прозрачность;

- стягивающее усилие - усилие, создаваемое остаточным напряжением в пленке после ее растяжения при обмотке или упаковке объектов.

- Так как пленка, использованная в качестве упаковочного материала и растянутая, работает в условиях постоянного значения относительного удлинения, то действующее в ней напряжение растяжения изменяется во времени по экспоненте. С течением времени стягивающее усилие в пленке будет уменьшаться, и тем быстрее, чем выше температура окружающей среды, т.к. с увеличением температуры релаксационные процессы ускоряются.