

## Технологический режим процесса прессования и правила его регулирования

Литьевое прессование - этот способ прессования реактопластов называют также пресс-литьем или трансферным прессованием.

Принципиальное отличие литьевого прессования от прямого (компрессионного) состоит в том, что стадии расплавления материала и формования изделий разделены. Соответственно, здесь материал загружается не в оформляющую полость пресс-формы, а в загрузочную камеру, в которой он переводится в вязко-текучее состояние, а затем по литьевым каналам впрыскивается в оформляющую полость литьевой формы. При этом изделие оформляется в сомкнутой форме, а необходимое давление создается в загрузочной камере и передается через материал, поэтому давление в оформляющей полости зависит от вязкости расплава и практически исчезает после его гелеобразования.

Литьевым прессованием удается получать изделия, отличающиеся сложным профилем (мелкомодульные зубчатые колеса), с большой разной толщиной в различных сечениях, с тонкой арматурой, сложными тонкими вставками, резьбовыми знаками и т. п.

Кроме того, изготовленные по подобной технологии изделия отличаются повышенной точностью размеров с малыми допусками и с минимальными отклонениями конфигурации, что в ряде случаев может иметь решающее значение.

При течении через узкие литьевые каналы расплавленный пресс-материал интенсивно перемешивается и дополнительно нагревается за счет трения - приращение температуры может при этом достигать 50-80С°. Благодаря этому отверждение материала происходит глубже и равномернее независимо от толщины стенки. Достигается высокая равномерность свойств, в первую очередь прочностных и электрических, а также улучшается равномерность окраски при переработке окрашенных композиций.

Для литьевого прессования наиболее целесообразно использование прессы с двумя рабочими цилиндрами или специальных угловых прессов, хотя благодаря разработке пресс-форм соответствующей конструкции широкое применение находят и обычные гидравлические прессы. Формы для литьевого прессования отличаются рядом конструктивных особенностей. Площадь загрузочной камеры должна быть больше площади оформляющей полости, чтобы предотвратить размыкание формы при заполнении ее материалом. Количество литьевых каналов и их размеры зависят от свойств перерабатываемого материала, его текучести, вида наполнителя и т. д., а расположение определяется размером и формой изделия.

Как правило, для уменьшения сопротивления каналы делают минимальной длины и цилиндрического сечения, однако иногда, исходя из удобства последующей механической обработки, им придают форму плоских щелей небольшой высоты. Узкие каналы сокращают время отверждения, так как материал в них разогревается более интенсивно, но при этом заметно возрастает необходимое давление. В отличие от обычных пресс-форм, литьевые формы должны иметь вентиляционные каналы для удаления воздуха при впрыске материала - так называемые воздушники. Такие каналы располагаются в самых отдаленных от мест впрыска частях формы и имеют вид цилиндрических проточек или плоских щелей.

Усилие запираения при литьевом прессовании должно быть выше усилия формования, так как в противном случае форма может раскрыться или материал может затечь в зазоры. Поэтому на литьевых прессах с двумя плунжерами верхний - главный цилиндр - является запирающим, нижний цилиндр выполняет роль формующего, а усилие главного плунжера должно в 1,5-2 раза превышать усилие прессования, развиваемое вспомогательным плунжером.

В соответствии с этим при прессовании на литьевом прессе загрузочная камера располагается обычно снизу, а при пресс-литье на обычном

гидравлическом прессе - сверху. В некоторых случаях производства крупных изделий используется формование двумя пуансонами. Пресс-материал, предназначенный для переработки методом пресс-литья, должен иметь высокую текучесть и быстро отверждаться при температуре прессования.

Наибольшее распространение получили прессы гидравлические с верхним давлением, простым или дифференциальным плунжером, вертикальные, рамные и колонные.

Пресс-форма - основной рабочий инструмент технологического процесса производства штучных изделий из реактопластов. Они изготавливаются для каждого вида изделия, в связи с чем их конструкции, устройства, особенности использования чрезвычайно разнообразны. Пресс-формы могут различаться по устройству выталкивателей (нижний, боковой) и загрузочной камеры (общая или индивидуальная для каждого гнезда).

## *ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ*

### *Характеристика готовой продукции*

Основные физико-механические свойства и качество выпускаемых изделий определяются качеством применяемого сырья и соблюдением технологического режима.

Готовая продукция используется в качестве комплектующих деталей электротехнического назначения для комбинаций приборов в военной технике. Изделия представляют собой детали различной конфигурации, бежевого цвета с гладкой поверхностью. По данным базового предприятия потребность в данных деталях примерно одинаковая.

Краткая характеристика деталей «Прокладка» и объём выпуска представлена в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Характеристика деталей «Прокладка» и объём выпуска

Изделие	Краткая характеристика	Сырье	Масса одного продукта, г	Годовая программа	
				т/год G	шт/год П
Прокладка.0 05 - 01	Составная часть приборов военной техники электротехнического назначения	Дозирующийся стекловолокнит ДСВ-2-О ГОСТ 17478-95	2,5	2.941	1176470
Прокладка.0 05 - 02			2,3	2.706	
Прокладка.0 05 - 03			3	3.529	
Прокладка.0 05 - 05			3	3.529	
Прокладка.0 05 - 07			1	1.176	
Прокладка.0 05 - 09			28	32.941	
Прокладка.0 05 - 12			8	9.412	
Прокладка.0 05 - 13			0,15	0.177	
Прокладка.0 05 - 14			1,5	1.765	
Прокладка.0 05 - 17			5,8	6.824	
Итого					

*Технические требования к деталям*

Изделие должно соответствовать требованиям ОСТ, чертежам, контрольным образцам и изготавливаться по технологической документации, утвержденным в установленном порядке.

1. Материалы, применяемые при изготовлении изделия, должны соответствовать требованиям действующей на них нормативно-технической документации.

2. Цвет изделий должен соответствовать в указанным в чертежах изделий и контрольным образцам, утвержденным в установленном порядке. При отсутствии указаний в чертежах цвет изделий не регламентируется и определяется цветом материала, применяемого для изготовления изделий.

3. Размеры, подлежащие контролю при сдаче и приеме изделий, обозначаются в чертежах на изделие или указываются в документе, согласованном между изготовителем и потребителем.

4. Поверхность изделий должна быть гладкой, без раковин, вздутий, трещин, расслоений. Допускаются следы от инструмента в виде продольных и поперечных рисок. Качество изделий по внешнему виду определяется контрольными образцами, согласованными в установленном порядке.

5. Специфические требования к изделиям, обусловленные особенностями их применения, указываются в чертежах.

Основные нормы, предъявляемые к деталям, приведены в табл. 1.2.

Таблица.1.2

Основные нормы, предъявляемые к деталям

Наименование показателей	Норма
Внешний вид	Поверхность детали должна быть ровной и гладкой. На наружной поверхности изделия допускается уступ не более 0,05 мм. Высота выступов после удаления литников не должна превышать 0,1 мм. Цвет изделия – бежевый.

#### Обоснование выбора сырья

Стекловолокниты - термореактивные пластические материалы на основе фенолоальдегидных олигомеров (смол). Смолы образуются при поликонденсации фенолов с альдегидами в присутствии щелочных или кислых катализаторов. Коксовое число фенольных смол ~50, что резко отличает фенолоформальдегидные смолы от других синтетических смол и

делает их незаменимыми в ряде отраслей новой техники. Из фенолоформальдегидных смол в сочетании с различными наполнителями получают фенопласты с широким диапазоном прочностных показателей, в отдельных случаях достигающих прочности металлов.

Изделия из фенопластов обладают хорошими диэлектрическими свойствами, достаточно высокими механической прочностью, морозостойкостью и теплостойкостью. Высокие показатели механических и диэлектрических свойств, термостойкость и термоактивность, способность работать длительное время при высоких температурах и в различных климатических условиях, малая подверженность старению обеспечили фенопластам широкое применение в радиоэлектронике, авиационной, автомобильной и в других отраслях промышленности. [2]

Стекловолокниты обладают следующими физико-механическими и химическими свойствами:

- малый удельный вес ( $1,0 - 1,8 \text{ г/см}^3$ );
- высокая антикоррозионная стойкость (влагостойкость, масло- и бензостойкость, высокая стойкость к действию кислот, повышенная механическая стойкость);
- высокие диэлектрические свойства (применяются в радиосвязи);
- хорошая окрашиваемость в любые цвета и длительное сохранение нанесенного цвета;
- хорошие механические свойства (по прочности превосходят чугун и сталь);
- высокие антифрикционные свойства (стойкость к истиранию в разы превышает стойкость антифрикционной бронзы);
- высокие теплоизоляционные свойства;
- достаточно высокая адгезия к металлам. [2]

### Характеристика сырья

Дозирующиеся стекловолокниты (ДСВ) получают пропиткой первичных стеклянных нитей фенолформальдегидной смолой. После высушивания пропитанная нить рубится на отрезки определенной длины, в результате чего, получаемый пресс-материал обладает сыпучестью.

Дозирующиеся стекловолокниты до переработки в изделия представляют собой сыпучий игольчатый материал без посторонних включений. Не допускается склеивание пресс-материала в неразделяющиеся комки.

Фенолформальдегидная смола – это смола синтетического происхождения, которая имеет свойства термореактопластов или реактопластов. Такие смолы являются олигомерными или жидкими веществами, полученными посредством поликонденсации формальдегида с фенолом в кислой или же щелочной среде (резольные, новолачные смолы или бакелиты). Это в дальнейшем влияет на свойства конечного продукта. [8]

Фенолформальдегидная смола (формула  $[-C_6H_3(OH)-CH_2-]_n$  (Рис.1.1)) обладает следующими качествами:

- высокая электроизоляционность,
- хорошая коррозионная устойчивость,
- высокая механическую устойчивость.

Смола прекрасно растворяется в ароматических и алифатических углеводородах, кетонах и хлорсодержащих растворителях. Также растворяется в полярных растворах и водных растворах щелочей. После отвердения фенолформальдегидные смолы превращаются в густосшитые полимеры микрогетерогенной аморфной структуры.

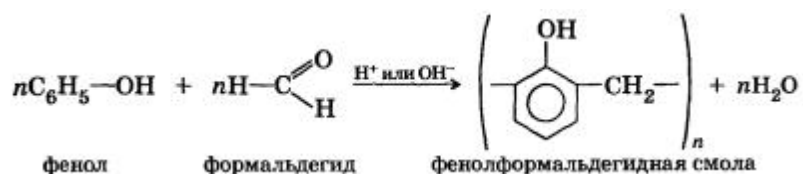
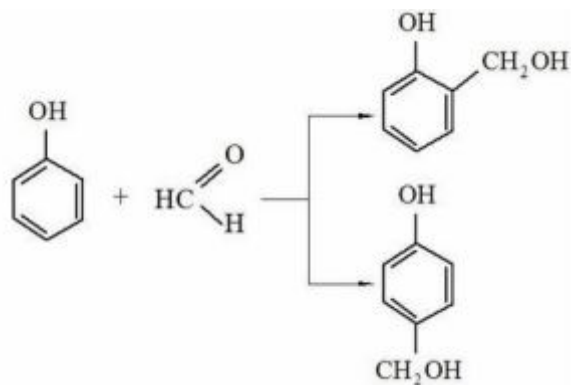


Рис.1.1

Формальдегид и фенол, которые применяются в производстве фенолформальдегидной смолы, являются ядовитыми и огнеопасными веществами.



Фенолформальдегидная смола негативно воздействует на организм человека: вызывает экземы и дерматиты. Более того, формальдегид обладает еще и канцерогенным

действием.

Бакелит - продукт затвердения фенолформальдегидной смолы в присутствии катализатора. Это вещество имеет большое значение в различных сферах жизни человека. Бакелит плохо проводит тепло, но проявляет хорошую устойчивость к механическим повреждениям: ударам, толчкам, трению или давлению. Поддается обработке на специальном токарном станке. Является хорошим изолятором. Разведенные щелочи, кислоты и вода на него не действуют, за исключением концентрированной серной или азотной кислот.

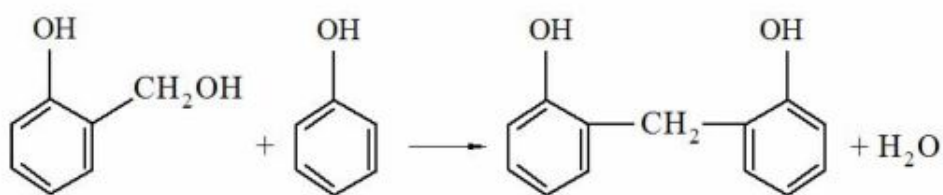
Новолачные смолы - это термопластичные олигомерные продукты поликонденсации фенолов с альдегидами (главным образом с формальдегидом). Для получения новолачных смол необходимо проводить реакцию поликонденсации фенола и формальдегида при избытке фенола и в присутствии кислых катализаторов (соляной, щавелевой кислот, реже H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

На первой стадии реакции образуются п- и о-монооксибензиловые спирты:



(1.1)

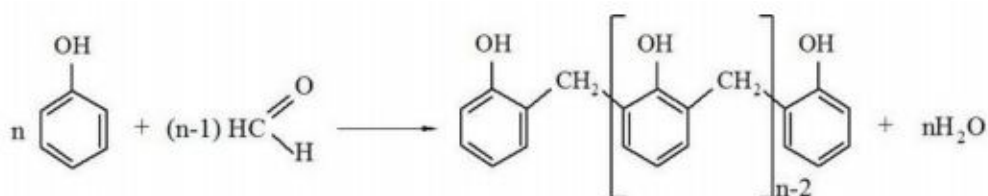
В кислой среде фенолоспирты быстро реагируют с фенолом и образуют дигидроксифенилметаны:



(1.2)

Образовавшиеся дигидроксифенилметаны взаимодействуют с формальдегидом или фенолоспиртами. Дальнейший рост цепи происходит за счет последовательного присоединения формальдегида и конденсации.

Общее уравнение поликонденсации в кислой среде, приводящее к образованию новолачных смол, имеет вид:



где  $n \approx 10$ .

(1.3)

Новолачные смолы - линейные олигомеры, в молекулах которых фенольные ядра соединены друг с другом метиленовыми мостиками. В отличие от резольных смол, в новолаках практически отсутствуют метилольные группы, поэтому для их отверждения при переработке необходимо вводить отвердитель (обычно гексаметиленetetрамин).

Новолачные смолы выпускаются в виде стеклообразных кусков, чешуек или гранул от светло-желтого до темно-коричневого цвета (см. рис. 1.2); средняя молекулярная масса 500 - 900; температура каплепадения по Уббелюде 90 - 130 °С; они легко растворяются в спиртах, сложных эфирах, кетонах и водных растворах едких щелочей, обычно содержат 1 – 7 % несвязанного фенола. Новолачные смолы применяют в производстве прессматериалов, абразивных изделий, литейных форм, лаков и пенопластов. Новолачные олигомеры получают в промышленности как периодическим, так и непрерывным способами.



Рис. 1.2

При производстве новолаков имеет большое значение правильный расчет количества сырья, загружаемого в реактор. Неточная дозировка может привести к получению вместо новолака резольного олигомера и к отверждению его непосредственно в аппарате.

Такой продукт не перерабатывается в изделие из-за неплавкости и нерастворимости. Обычно при получении новолаков на 100 массовых частей фенола приходится 25,0-27,5 массовых частей формальдегида, что соответствует мольному соотношению фенол: формальдегид = 1 : 0,78-0,86. Для некоторых марок новолаков мольное соотношение фенол : формальдегид составляет 1 : 0,97, т. е. очень близко к эквимольному.

Количество катализатора составляет 0,2-1,5 массовых частей на 100 массовых частей фенола. В производстве новолачных олигомеров в качестве катализаторов используют минеральные и органические кислоты. Из

минеральных кислот чаще всего применяют соляную кислоту - одну из наиболее сильных кислот. А поскольку скорость реакции поликонденсации фенола с формальдегидом пропорциональна концентрации водородных ионов, соляная кислота является одним из наиболее активных катализаторов. Обычно рН исходной смеси для новолака составляет 1,5-1,8.

Поликонденсация фенола с формальдегидом протекает со значительным выделением тепла, что при высокой скорости реакции сопровождается интенсивным кипением смеси и может привести к выбросу ее из аппарата. Поэтому соляную кислоту вводят обычно в два-три приема и ведут процесс при более низком коэффициенте заполнения аппарата.

Из органических кислот чаще всего применяют щавелевую кислоту. Она имеет сравнительно невысокую степень диссоциации, что дает возможность регулировать скорость процесса поликонденсации в широких пределах. Поскольку в присутствии щавелевой кислоты реакция протекает с меньшей скоростью, допускаются более высокие коэффициенты заполнения, которые компенсируют увеличение продолжительности цикла.

Природа применяемого катализатора влияет не только на скорость реакции поликонденсации, но и на некоторые технологические свойства полимеров. Различают катализаторы легко- и трудноудаляемые из олигомеров. Соляная кислота легко удаляется в процессе сушки из олигомера вместе с парами воды и этим выгодно отличается от щавелевой кислоты, при использовании которой получают продукты с относительно высокой кислотностью и довольно низкими диэлектрическими показателями. Также применение щавелевой кислоты позволяет получать более светлые и светостойкие новолаки, чем при использовании соляной кислоты. Недостатком, связанным с применением в качестве катализатора соляной кислоты, является ее корродирующее действие на аппаратуру.

Серную кислоту используют в производстве фенолоформальдегидных олигомеров достаточно редко. Она сильно корродирует аппаратуру и остается

в олигомере в значительном количестве, что вызывает необходимость ее последующей нейтрализации. К недостаткам серной кислоты как катализатора также относится получение интенсивно окрашенных темных полимеров. [2]

Дозирующийся стекловолокнит с содержанием летучих веществ до 1% хорошо перерабатывается. Прочность образцов стеклопластиков при статическом изгибе колеблется в пределах 2500 - 3200 кгс/см<sup>2</sup>. При прессовании ДСВ, с содержанием в нем летучих веществ порядка 12 - 19%, выделяется большое количество газообразных продуктов, что приводит к образованию на изделиях вздутий. При дополнительной термической обработке на образцах появляются скрытые дефекты - трещины и пустоты. Одновременно значительно снижаются физико-механические показатели стеклопластиков, изготовленных из такого пресс-материала.

Свойства ДСВ представлены в табл.1.3. Детали изготавливают методом литьевого или компрессионного прессования. [4]

Таблица 1.3

Свойства ДСВ-2-О

Наименование показателя	Норма для ДСВ-2-О	
	Неокрашенный	Окрашенный
1. Изгибающее напряжение при разрушении, МПа(кгс/см <sup>2</sup> ), не менее	236 (2400)	225 (2300)
2. Разрушающее напряжение при сжатии, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не менее	127 (1300)	-

Окончание табл. 1.3

Наименование показателя	Норма для ДСВ-2-О	
	Неокрашенный	Окрашенный
3. Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup> (кгс·см/см <sup>2</sup> ), не менее	69	59

	(70)	(60)
4. Диэлектрическая проницаемость при частоте $10^6$ Гц, не более	7	8
5. Тангенс угла диэлектрических потерь при частоте $10^6$ Гц, не более	0,035	0,05
6. Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·м, не менее	$10^{10}$	$10^{10}$
7. Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом, не менее	$10^{12}$	$10^{12}$
8. Электрическая прочность при частоте 50 Гц, кВ/мм, не менее	14	-
9. Массовая доля связующего, %	38±2	39±2
10. Массовая доля влаги и летучих веществ, %	1,5-3,0	1,5-3,0
11. Текучесть, с	8±4	8±4
12. Токсичность продуктов горения	Высокоопасные	
13. Стойкость к горению	ПВ-0	ПВ-0
14. Коэффициент дымообразования		
в режиме горения	21-39	21-39
в режиме тления	61-81	61-81

Технические требования к ДСВ:

1) Пресс-материал должен соответствовать требованиям стандарта и изготавливаться по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке.

2) Пресс-материал должен быть сыпучим, без посторонних включений, не допускается склеивание материала в сплошные нерассыпающиеся комки.

3) Массовая доля гранул длиной, превышающей номинальную в два и более раз, не должна превышать - 0,5 % для ДСВ и ГСП-8, 1,0 % для ГСП-32 и 2,0 % для ГСП-400.

4) Пресс-материал выпускается неокрашенным и окрашенным. Цвет неокрашенного материала должен быть желтым различных оттенков. Окрашенный пресс-материал должен соответствовать эталонам, согласованным в установленном порядке.

Упаковка:

1) Пресс-материал упаковывают в полиэтиленовые мешки по ГОСТ 17811 или полиэтиленовые вкладыши по нормативной документации, заваривают их и укладывают в фанерные ящики типов II, III по ГОСТ 5959, дощатые ящики типа I по ГОСТ 2991, выстланные мешочной бумагой по ГОСТ 2228. [8]

Допускается замена фанерных или дощатых ящиков многослойными бумажными мешками по ГОСТ 2226.

Допускается упаковка в мягкие специализированные контейнеры для сыпучих продуктов и контейнеры разового использования по нормативной документации, обеспечивающей сохранность продукции при хранении и транспортировании.

2) Пресс-материал, предназначенный для экспорта, упаковывают в соответствии с заказом-нарядом внешнеторговых организаций.

3) К каждой упаковочной единице прикрепляется ярлык или ставится штамп, в котором указываются:

- наименование предприятия-изготовителя и его товарный знак,
- наименование, марка и цвет (при необходимости) материала,
- номер партии,
- масса брутто или нетто,
- дата изготовления,
- обозначение настоящего стандарта.

Маркировка - транспортная маркировка по ГОСТ 14192 с нанесением манипуляционных знаков "Беречь от влаги" и "Беречь от нагрева".

Дополнительно на транспортной маркировке указывают наименование и количество продукции.

### *Обоснование выбора метода переработки*

Существуют различные методы переработки полимерных материалов в изделия, такие как:

- прессование;
- полимеризация в форме;
- ротационное формование;
- литьё вспененных изделий;
- литьё под давлением;
- получение профильных изделий, экструзия;
- формование волокна;
- изготовление плёнок поливом;
- окунание;
- выдувание;
- каландрование;
- пневмо - и вакуумформование.

Однако изделия технического и бытового назначения в большей степени изготавливаются из термопластов. Поэтому можно выделить три основных способа формования изделий:

- литьё под давлением,
- пневмо - и вакуумформование,
- прессование.

Рассмотрим каждый метод поподробнее. [3]

#### *Литье под давлением*

Литьё под давлением – это процесс формования деталей и метод переработки полимеров, во время которого происходит пластикация, гомогенизация полимерного материала в цилиндре, затем происходит впрыск его в предварительно замкнутую форму.

Литьём под давлением изготавливают изделия из термопластичных и терморезистивных пластмасс разнообразной конфигурации и массы. Изделия имеют высокую точность и стабильность размеров.

При литье термопластов расплав, заполнивший форму, затвердевает при охлаждении, после чего форма раскрывается и изделие выталкивается.

Переработка пластмасс в изделия сводится к созданию конструкции, обеспечивающей заданный комплекс эксплуатационных свойств, за счет перевода полимерного материала в состояние, в котором он легко получает требуемую форму с его последующей фиксацией.

В данном методе можно выделить ряд определенных недостатков:

- анизотропия свойств при литье;
- различную усадку материалов.

#### *Пневмо - и вакуумформование*

Пневмо - и вакуумформование - это метод переработки листового полимерного материала, переведенного нагревом в высокоэластическое состояние и придание требуемой конфигурации за счет разности давлений под и над листовой заготовкой, создаваемой сжатым воздухом или вакуумом.

Это достаточно дешевый способ получения крупногабаритных изделий.

Среди недостатков метода формования можно выделить следующие:

- низкая производительность (из-за продолжительности цикла формования);
- сложность нагрева, формования и обрезки листов свыше 3 мм;
- большое количество отходов (до 40%).

#### *Прессование*



Прессование – это технологический процесс, который заключается в пластической деформации полимерного материала при одновременном действии на него тепла и давления с последующей фиксации формы.

Методом прессования перерабатываются реактопласты.

Выделяют компрессионное (прямое) и трансферное (литьевое) прессование.

Компрессионное прессование – это процесс, при котором материал загружается непосредственно в формующую полость пресс-формы, где происходит его формование.

Этим способом можно перерабатывать все реактопласты, хотя он и отличается не высокой производительностью.

Трансферное прессование - это способ, во время которого полимерный материал предварительно подогревается в загрузочной камере, после чего впрыскивается в полость пресс-формы через литниковые каналы.

Литьевое прессование по сравнению с прямым имеет существенные преимущества:

- в силу высокого давления, масса дополнительно равномерно прогревается внутри и снаружи. Проходя через литниковые каналы, все частицы массы соприкасаются с горячими стенками пресс-формы и быстро нагревается до необходимой температуры;
- прессматериал прогревается в литниковых каналах также за счет возникающего внутреннего трения. Благодаря интенсивному и равномерному прогреву прессматериал в форме отверждается быстро;
- при литьевом прессовании выдержка может сократиться на 50 % и более;
- ввиду хорошего прогрева изделия, изготовленные этим методом, хорошо отверждаются по всему сечению. Поэтому по сравнению с изделиями, полученными другими способами, они обладают лучшими диэлектрическими и физико-механическими свойствами;

- поскольку в оформляющую полость поступает достаточно мягкая пластичная пластмасса, то «нежные» детали пресс-формы и арматура не повреждаются. Это позволяет изготавливать изделия с более тонкой арматурой, чем при обычном прессовании;
- пресс-масса впрыскивается в закрытую пресс-форму, что дает возможность изготавливать изделия такой конфигурации, которые при обычном прессовании получить невозможно, так как подвижные детали пресс-формы могут разойтись под давлением массы. Именно поэтому литьевым прессованием изготавливают изделия с близко расположенными рядами арматуры, а также изделия сложной конфигурации;
- в силу того, что при литьевом прессовании перерабатываемая масса впрыскивается в закрытую форму, то возникающие в месте разъема пресс-формы заусеницы отсутствуют. Кроме того, можно точнее соблюдать размеры изделия.

Литьевому прессованию характерны и некоторые недостатки:

- несколько больший расход материала;
- сложность конструкции пресс-формы по сравнению с обычным прессованием;
- сложность автоматизации процесса.

#### *Выбор метода переработки*

При выборе метода переработки будем исходить из проведенного литературного обзора и на основе комплексного анализа следующих показателей:

- вид перерабатываемого материала;
- требования ассортиментной программы (по форме изделия; по предельным значениям толщин стенок; по соотношению габаритных размеров изделия);
- серийность производства;

- требования к качеству изделий.

В нашем случае более подходящим методом переработки полимеров является литьевое прессование, так как при производстве детали «прокладка», мы используем стеклонаполненный прессматериал. [6]

Основным преимуществом трансферного прессования является тот факт, что таким способом можно производить детали сложных конфигураций, имеющих сквозные отверстия с мелким диаметром. Также возможно изготовление изделий, не имеющих очень прочного внешнего или внутреннего армирования. К плюсам такого производства также можно отнести то, что готовые продукты отличаются меньшим напряжением, нежели при изготовлении прямым прессованием. В формирующей полости отверждение происходит одновременно по всей детали, а во время заполнения формы идёт очистка продукта от летучих веществ. [1]

#### *Физико-химические основы технологического процесса*

Для обоснования норм технологического режима привлекаются данные по термодинамике, а также сведения по механизму и кинетике основных и побочных реакций.

Термодинамические данные используются для определения области значения параметров, в которой процесс протекает.

Кинетические данные (константы скоростей химических реакций, константы равновесия, энергии активации реакций) необходимы как при определении норм технологического режима, так и при расчете размеров реакторов.

Нормы технологического режима определяются как кинетическими, так и технико-экономическими показателями. Так, например, повышение температуры ведет к увеличению скорости процесса и к повышению производительности единицы объема реактора, но с ростом температуры может, например, уменьшаться селективность процесса, т. е. увеличиваются затраты сырья. Кроме того, верхний предел температуры может определяться

и термической устойчивостью перерабатываемых и получаемых веществ, а также свойствами и стоимостью конструкционных материалов, свойствами энергоносителей и катализаторов.

Давление в аппарате определяется не только исходя из конструктивных зависимостей для скорости процесса или константы равновесия, но и исходя из затрат на создание давления или вакуума, требований техники безопасности.

Процесс прессования изделий из реактопластов основан на способности связующего при нагревании в загрузочной камере переходить в вязкотекучее состояние, а затем по литниковым каналам впрыскиваться в оформляющую полость пресс-формы с последующим отверждением для фиксирования формы изделия.

При течении через узкие литьевые каналы расплавленный пресс-материал интенсивно перемешивается и дополнительно нагревается за счет трения – приращение температуры может при этом достигать 50...80 °С. Благодаря этому отверждение материала происходит глубже и равномернее независимо от толщины стенки. Достигается высокая равномерность свойств, в первую очередь прочностных и электрических, а также улучшается равномерность окраски при переработке окрашенных композиций. [6]

По характеру течения пресс-материалы в вязкотекучем состоянии относятся к неньютоновским псевдопластичным жидкостям, то есть обладают аномальной вязкостью. Вязкость этих материалов с увеличением скорости сдвига уменьшается. Кривая течения таких материалов имеет вид, представленный на рис. 1.3.

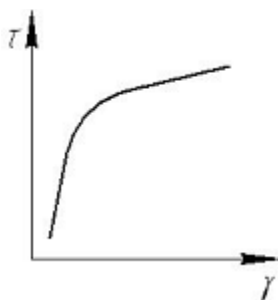


Рис. 1.3. Характерная кривая течения пресс-материалов

Говорить об изменении вязкости пресс-материалов можно только условно, так как при нагревании наблюдается процесс отверждения и в этой связи вязкость постепенно меняется.

Кривые течения реактопластов снимают только в период нахождения материала в вязкотекучем состоянии, когда свойства меняются незначительно.

Под действием температуры в связующем пресс-материале начинается химическая реакция отверждения:

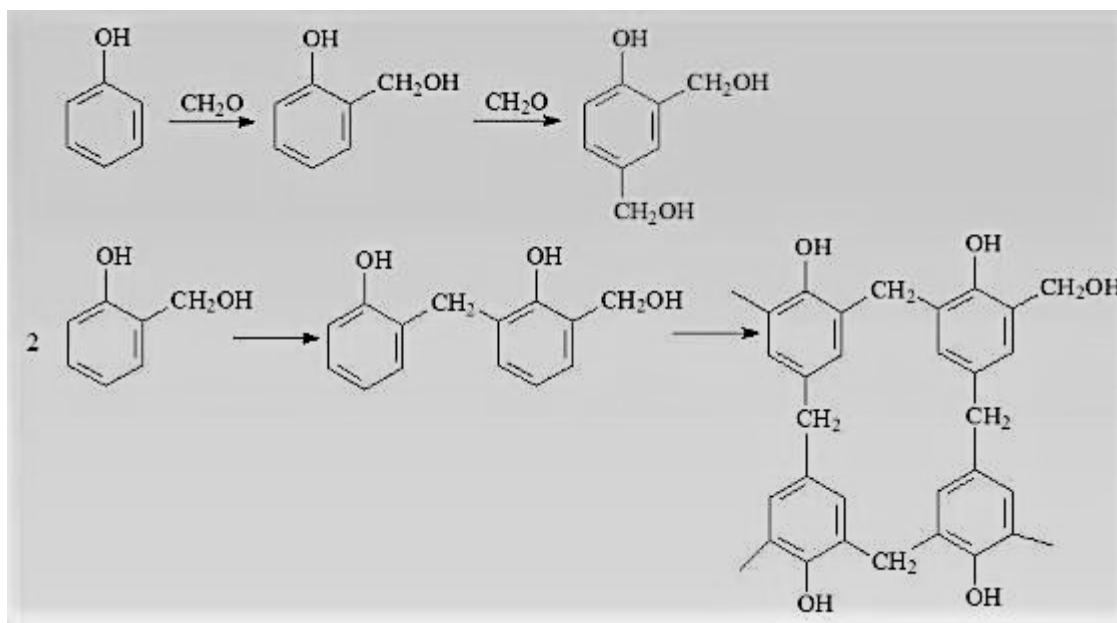


Рис. 1.4 Химическая реакция отверждения пресс-материала

Свойства матрицы определяют механические свойства композитов при сдвиге, термоустойчивость, химическую стойкость, горючесть, токсичность и технологические режимы получения изделий. Скорость и глубину отверждения можно регулировать следующими способами:

- подбором отвердителя, катализатора,
- изменением температуры реакции,
- изменением длительности реакции поликонденсации (полимеризации).

С увеличением частоты химических узлов, возрастает статическая прочность сетчатых полимеров, а затем, пройдя через максимум, понижается

из-за роста напряженности полимерной сетки. При увеличении длины и гибкости цепей между соседними узлами сетки, повышается ударная прочность сетчатого полимера, а модуль его упругости и термостойкости снижается.

Отрицательное влияние на прочностные свойства оказывает наличие технологических дефектов, таких как микротрещины, поры и др.

Количество сорбируемой влаги, которая влияет на электрические и механические свойства, определяется полярностью звеньев, пористостью и частотой узлов сетчатого полимера.

При переработке полимеров происходит ориентация макромолекул в направлении течения материала. Наряду с различием в ориентации на разных участках неоднородных по сечению и длине изделий возникает структурная неоднородность и развиваются внутренние напряжения.

К ещё большей структурной неоднородности и появлению дополнительных напряжений, которые связаны с различными скоростями охлаждения, кристаллизации, различной степенью охлаждения, ведет наличие температурных перепадов по сечению и длине детали. [2]

Неоднородность свойств материала (по указанным причинам) не всегда допустима и часто приводит к браку (по нестабильности физических свойств, размеров, короблению, растрескиванию). Готовые изделия проходят термическую обработку с целью снижения неоднородности молекулярной структуры и внутренних напряжений. Также в полимер вводят добавки, оказывающие влияние на процессы образования надмолекулярных структур и способствующие получению материалов с желаемой структурой, так как направленное регулирование структур в процессах переработки более эффективно.

Процесс прессования осуществляется в пресс-формах, конфигурация формирующих полостей которых соответствует форме изделия. Пресс-форма

устанавливается между плитами пресса, создающего необходимое для формования изделия статическое сжимающее усилие.

Выделяют три основных технологических параметра трансферного прессования:

- температура прессования,
- давление прессования,
- время выдержки под давлением.

#### *Описание технологической схемы производства*

Технологическая процесс состоит из следующих операций:

- 1). Дозирующийся стекловолокнит на транспортировку.
- 2). Дозирующийся стекловолокнит на растаривание.
- 3). Дозирующийся стекловолокнит на участок взвешивания.
- 4). Дозирующийся стекловолокнит на прессование.
- 5). Изделие на обработку.
- 6). Изделие на контроль и упаковку.
- 7). Изделие на склад готовой продукции.
- 8). Отходы и литники на дробление.
- 9). Дробленный пресс-материал на склад вторичного сырья.
1. Дозирующийся стекловолокнит на транспортировку.

Со склада сырья на электрокаре (ЭК) мешки с гранулами стекловолокнита поступают на растаривание (Р).

2. Дозирующийся стекловолокнит на растаривание.

Пришедший в мешках материал, растаривают.

3. Дозирующийся стекловолокнит на участок взвешивания.

На участке взвешивания (УВ) материал подготавливают к прессованию, отвешивают навески, очищают и разогревают пресс-формы, подготавливают инструмент.

#### *4. Дозирующийся стекловолокнит на прессование.*

Материал подается к гидравлическому прессу (П), прессовщик загружает гранулы в загрузочную камеру пресс-формы и кладет её на стол прессы, под давлением пуансон опускается в загрузочную камеру. После процесса прессования, прессовщик вытаскивает пресс-форму, раскрывает и достает готовое изделие. Обрабатывает пресс-форму сжатым воздухом. Отходы и литники (О) идут на дробление (Д), изделие идет на механическую обработку (МО).

#### *5. Изделие на обработку.*

Рабочий цеха привозит на тележке (Т) готовые изделия, контролер очищает изделие от литника и облоя. Изделие отправляется на контроль и упаковку (КУ). Брак и отходы на дробление (Д).

#### *6. Изделие на контроль и упаковку.*

Рабочий доставляет изделия на конечный визуальный контроль брака и упаковку (КУ). Изделие упаковывают в коробки, согласно паспорту. Упакованные изделия доставляются на склад готовой продукции (СГП).

#### *7. Изделие на склад готовой продукции.*

Упакованное изделие приходит на склад готовой продукции (СГП).

#### *8. Отходы и литники на дробление.*

Отходы, литники и брак с прессования, механической обработки, контроля и упаковки идут на дробление (Д).

#### *9. Дробленный пресс-материал на склад вторичного сырья.*

Дробленный пресс-материал на электрокаре (ЭК) поступает на склад вторичного сырья (СВС).

### *Нормы технологического режима и контроль производства*

Для производства качественной продукции необходимо осуществлять непрерывный контроль производства, включающий в себя: проверку на соответствие нормам исходного сырья, контроль соблюдения



технологических режимов, контроль качества готовой продукции. Поэтапный контроль производства приведен в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Поэтапный контроль производства

Стадия процесса	Контролируемый параметр	Частота контроля	Метод контроля	Кто контролирует
Транспортировка	Сохранность упаковки	По 2 мешка из партии	Визуально	Мастер входного контроля
Прессование	Внешний вид	Каждая деталь	Визуально	Прессовщик
	Калибры	20% от партии	С помощью калибров	
Механическая обработка	Внешний вид	Каждая деталь	Визуально	Контролёр
Контроль и упаковка	Внешний вид	Каждая деталь	Визуально	Контролёр
	Вес	20% от партии	Весы	
	Упаковка	Каждая деталь	Визуально	

Состав, норма на параметры, последовательность и планы контроля изделий в процессе производства устанавливаются в технологической документации. Детали должны изготавливаться по технологическому процессу и по чертежам ОСТ В 84-1065-83, соответствовать требованиям технических условий или НТД, предусмотренной чертежами на каждую деталь и образцам-эталонам, соответствовать требованиям ОСТ107.460053.001-2003. Материалы должны соответствовать требованиям стандартов или технических условий на эти материалы и иметь сопровождающий документ (паспорт, сертификат) предприятия поставщика. Перед пропуском в производство, материалы могут быть повторно испытаны по основным показателям стандартов или ТУ. При несоответствии -

забраковка в соответствии с ГОСТ 24297-87. Оснастка допускается в работу только после инструментальной и технологической проверки, в соответствии с требованиями СТП 84.502-92-84. Партию готовых изделий, по изготовлению, предъявляют ОТК, с приложением паспорта, сертификата, испытательных листов. При получении неудовлетворительных результатов, детали возвращаются участку для устранения дефектов. Детали не принятые вторично бракуют окончательно.

#### *Виды брака и способы его устранения*

Различные отклонения от нормального хода технологического процесса на всех его стадиях приводят к дефектам прессованных изделий. Дефекты – допускаемые отклонения (по ТУ на изделие). Даже при исправной пресс-форме, доброкачественном материале и хорошо работающем оборудовании возможно появление так называемого технологического брака. Брак – это недопустимое отклонение от основных требований, которым должно отвечать изделие. Брак может быть последующим показателям:

- отклонения по механическим свойствам (прочность);
- отклонение по внешнему виду от контрольного образца.

Обычно первичный контроль осуществляется на рабочем месте. Необходимо постоянно стремиться к снижению технологического брака, высокий уровень которого непосредственно повлияет на рентабельность производства. Поэтому следует устранять причины брака не только при прессовании, но и на всех подготовительных стадиях.

Чаще всего при прессовании встречаются такие дефекты, как недопрессовка, вздутия, трещины, складки. Причины возникновения этих дефектов рассмотрены в таблице 1.4. За исключением размерных дефектов и брака физико-механическим свойствам, все остальные устанавливаются при наружном осмотре. Размерный брак и ухудшение физико-химических свойств, происходит в основном при нарушении технологического режима

прессования, когда полученные изделия годные внешне недостаточно прочные.

Таблица 1.5

Виды брака и способы его устранения

Дефекты	Причины дефекта	Способ устранения
1. Рыхлость изделия общая или частичная (недопрессовка)	Нехватка пресс-материала, а также чрезмерное вытекание пресс-материала при его повышенной текучести	Контроль допрессовки, проверка оборудования
2. Механические повреждения (отрывы, трещины, сколы)	Возникают при неисправном состоянии оформляющей поверхности формы и неаккуратном обращении с готовыми изделиями	Проверка оборудования
3. Вздутия на поверхности изделия	Чрезмерно высокая температура прессования и повышенное содержание летучих	Контроль технологического режима
4. Трещины	Внутренние напряжения из-за неравномерной усадки, неровного расположения арматуры и нерациональной конструкции пресс-формы	Проверка пресс-формы, контроль технологического режима
5. Прилипание изделий к пресс-форме	Недостаток смазки, загрязненная поверхность пресс-формы, неполное отверждение пресс-материала	Проверка пресс-формы, увеличение времени выдержки
6. Складки (швы)	Получаются при высоких подпрессовках и при задержке замыкания пресс-формы	Контроль за технологией производства

РАСЧЕТЫ

Материальный баланс производства

Материальный баланс составляем на основании чертежей деталей (прил. А) и технических условий на них. Материальный баланс производства выполняем с целью определения потребности в сырье. Также материальный баланс служит основой для определения производительности оборудования и его количества. Потери сырья по стадиям технологического процесса приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

## Потери сырья по стадиям технологического процесса

Стадия процесса	Потери на производстве %
1. Транспортировка	1
2. Нагрев сырья	1
3. Прессование	6
4. Удаление литника	43
5. Механическая обработка	2
6. Контроль и упаковка	1,5

*Таблица 2.2*

Материальный баланс производства изделия «Прокладка 005-01» (m=2,5 г)  
на 1000 шт. готовой продукции

Статья прихода	Количество, кг	Статья расхода	Количество, кг
<b>1. Транспортировка</b>			
ДСВ-2-О (гранулы)	4	ДСВ-2-О	3,96
		Потери при транспортировке	0,04
Итого	4	Итого	4
<b>2. Нагрев сырья</b>			
ДСВ-2-О (гранулы)	3,96	ДСВ-2-О	3,92
		Угар, летучие	0,04
Итого	3,96	Итого	3,96
<b>3. Прессование</b>			
Изделие	3,92	Изделие	3,7
		Облой	0,22
Итого	3,92	Итого	3,92
<b>4. Удаление литника</b>			
Изделие	3,7	Изделие	2,59
		Литник	1,11
Итого	3,7	Итого	3,7
<b>5. Механическая обработка</b>			
Изделие	2,59	Изделие	2,54
		Потери при обработке	0,05
Итого	2,59	Итого	2,59
<b>6. Контроль и упаковка</b>			
Изделие	2,54	Изделие	2,5
		Брак	0,04
Итого	2,54	Итого	2,54

### *Расчет и выбор основного оборудования*

Основным оборудованием для получения изделий из пластмасс являются гидравлические прессы. К вспомогательному оборудованию следует отнести станки для механической обработки отпрессованных деталей, магнитные сепараторы; средства для транспортировки сырья, арматуры, отпрессованных деталей, готовой продукции; оборудование для получения вторичного сырья (дробилки, мельницы, смесители). [7]

1). Гидравлический пресс выбираем по расчетному усилию прессования

$$P' = 1,2 * P_{уд} * F * 10^{-3}, \quad (2.1)$$

где  $P_{уд}$  – удельное давление прессования, МПа;  $F$  – площадь прессования, см<sup>2</sup>; 1,2 – коэффициент запаса.

Удельное давление прессования  $P_{уд}$  для ДСВ-2-О, согласно ГОСТу, равно 130 МПа.

По расчетному усилию прессования выбираем номинальный тоннаж прессы  $P_n$ . Удельное давление прессования выбираем по справочникам в зависимости от марки прессуемого материала и способа прессования (компрессионное или литьевое).

Площадь прессования определяем по формуле:

$$F = F_d * n, \quad (2.2)$$

где  $F_d$  – площадь прессуемой детали на плоскость разъема формы, см<sup>2</sup>;  $n$  – гнездность формы.

Для детали «Прокладка.005-01»:

$$F = 8,5 * 2 = 17 \text{ см}^2$$

Далее рассчитываем усилие прессования для производства каждой детали.

Для детали «Прокладка.005-01»:

$$P' = 1,2 * 130 * 17 * 10^{-3} = 2,65 \text{ т}$$

### *Описание работы основного оборудования*

К основному оборудованию относятся оборудование, оказывающее непосредственное воздействие на материал в процессе получения готовых изделий. Таким оборудованием являются гидравлический пресс.

В производстве изделий из термореактопластов наиболее распространены прессы с гидравлическим приводом из-за ряда преимуществ: они наиболее просты и удобны в эксплуатации; долговечны; легко регулировать основные параметры процесса прессования (скорость и сила давления).

Процесс литьевого прессования изделий состоит в том, что пресс-материал поступает в загрузочную камеру предварительно замкнутой пресс-формы. Нагревание материала происходит за счет стенок загрузочной камеры. Материал, приобретший пластичность, выдавливается пуансоном в оформляющую часть пресс-формы по литниковым каналам. Метод литьевого прессования лишен недостатков, свойственных обычному прессованию, хотя и связан с повышенным расходом пресс-материала, а литьевые пресс-формы значительно сложнее и дороже пресс-форм для обычного прессования.

Большинство термопластов не нуждается в предварительной обработке перед загрузкой в литьевую машину, если не считать окрашивания в нужный цвет. [3]

Продолжительность цикла складывается из времени смыкания формы, прессования, выдержки под давлением и раскрытия формы. Время прессования зависит от массы отливки, формы изделия, температуры и давления в форме.

В производстве, для участка пластмасс, применяются гидравлические прессы серии ПД.

Данная деталь изготавливалась на гидравлическом прессе ПД.

Пресс гидравлический для изготовления изделий из пластмасс ПД-476. Производителем пресса ПД-476 является Оренбургский завод гидравлических прессов Гидропресс, основанный в 1953 году.

Первый гидравлический пресс для переработки пластмасс ПА-474 был принят государственной комиссией 23 сентября 1953 года, этот день прессостроители и считают днем рождения завода «Гидропресс».

Пресс гидравлический модели ПД-476 предназначен для получения различных по форме и размерам изделий (как с арматурой, так и без нее) из реактопластов методом прямого (компрессионного) и трансферного прессования (литье пластмасс под давлением) с предварительным подогревом материала и без него. Пресс может быть использован также для мелких вытяжных и штамповочных работ.

Основные технические данные гидравлического пресса ПД-476:

- Машина ПД-476 (пд476) серийно выпускалась с 1971 года
- Разработчик - Оренбургское головное конструкторское бюро Гидропресс, г. Оренбург.
- Изготовитель - Оренбургский завод гидравлических прессов Гидропресс, г. Оренбург.
- Пресс ПД-476 изготавливается и поставляется в соответствии ГОСТ 8200-80.
- Номинальное усилие пресса - 1600 кН (160 тс)
- Ход ползуна - 500 мм
- Наибольшее расстояние между столом и ползуном - 800 мм
- Размер стола - 800 x 800 мм
- Номинальное усилие выталкивателя - 200 кН (20 тс)
- Ход выталкивателя - 250 мм
- Скорость ползуна при холостом, рабочем и возвратном ходе - 70, 2, 70
- Мощность привода - 5,5 кВт
- Вес машины полный - 3,7 т

Благодаря своей универсальности и наличию индивидуального привода пресс может быть использован как на крупных специализированных

предприятиях по переработке пластмасс в химической, автомобильной, электротехнической, радиотехнической, электронной, приборостроительной промышленности, а также при производстве товаров народного потребления.

Пресс гидравлический модели ПД-476 выполнен вертикальным, рамным.

Станина пресса ПД-476 сварная, рамного типа. В верхней поперечине станины имеется отверстие для установки главного цилиндра плунжерного типа, в нижней - поршневой цилиндр выталкивателя, в боковых нишах станины - возвратные плунжерные цилиндры. В правой нише установлены конечные выключатели управления ползуном и в подвешенном к ней на петлях электрошкафе размещается электроаппаратура.

Горизонтальная массивная плита с центральным отверстием и Т-образными пазами является столом пресса.

На верхнем торце главного цилиндра расположен бак наполнения с клапаном наполнения.

Плунжер главного цилиндра соединен с литым чугунным ползуном, имеющим на рабочей поверхности Т-образные пазы для крепления инструмента. Ползун перемещается между стойками станины по клиновым чугунным направляющим, крепящимся к стойкам.

Управление ходом ползуна и выталкивателя осуществляется с помощью конечных выключателей типа КВД.

Для направления движения ползуна пресса служат направляющие.

Регулирование зазора между ползуном и направляющим производится винтами. Левая ниша станины предназначена для размещения трубопроводов.



В нижней части верхней поперечины станины предусмотрено два отверстия для установки механического выталкивателя, выполненного в виде шпилек, которые кроме роли выталкивателя, в целях безопасности (при навинчивании на них гаек), удерживают ползун в верхнем положении во время ремонта.

Гидрооборудование пресса скомпоновано в отдельный гидроагрегат с левой стороны пресса. Агрегат спроектирован на базе гидроаппаратуры типа КАВО. Его гидропанель и маслбак унифицированы на всю гамму прессов серии «ДГ».

Прессы оснащены подвижным неприводным ограждением, подвешенным на лицевой стороне ползуна, лестницей для обслуживания пресса, блокировочным устройством рабочей зоны и устройством отсоса газов.

Электропривод, выполненный на базе микроэлектроники, обеспечивает работу пресса в полуавтоматическом и автоматическом режимах.

Пульт управления прессом расположен на лицевой стороне электрошкафа.

Смазка пресса ПД-476 (пд476) — комбинированная. [6]

*Таблица 2.3*

#### Технические характеристики пресса ПД-476

Наименование параметра	ПД-476
Основные параметры	
Номинальное усилие пресса, кН (тс)	1600 (160)
Наибольший ход штока (ползуна), мм	500
Наибольшее расстояние между столом и ползуном – открытая высота пресса, мм	800
Размеры стола, мм	800×800
Высота стола над уровнем пола, мм	850
Скорость ползуна на холостом ходе, мм/сек	70

Скорость ползуна при рабочем ходе, мм/сек	2
Скорость ползуна при возвратном ходе мм/сек	70
Номинальное усилие нижнего выталкивателя вверх/вниз, кН (тс)	200 (20) /40 (4)
Ход нижнего выталкивателя, мм	250
Скорость рабочего хода выталкивателя (при ходе вверх), мм/сек	24
Скорость возвратного хода выталкивателя (при ходе вниз), мм/сек	68
Максимальная выдержка под давлением, с (мин)	900 (15)

Наименование параметра	ПД-476
Цикл работы пресса	Полуавтомат
Электрооборудование	
Количество электронагревателей	1
Электродвигатель насоса гидростанции, кВт (об/мин)	5,5
Габариты и масса пресса	
Габариты пресса (длина, ширина, высота), мм	1895×1180×3035
Масса станка, кг	3730

### Выбор вспомогательного оборудования

Выбор электрокара. Для транспортировки сырья и готовой продукции используем вилочный электропогрузчик Hyster J3.0XN. Электрокар представлен на рис. 2.1.



Рис. 2.1 Электропогрузчик Hyster J3.0XN

Прочный и компактный вилочный электропогрузчик Hyster J3.0XN для эксплуатации в закрытых помещениях обеспечивает повышенную маневренность при работе в проходах и низкий уровень эксплуатационных затрат.

Обладая бандажными колесами, вилочные погрузчики серии J3.0XN больше всего подходят для использования в закрытых помещениях, в особенности на складах с ровными полами, и гарантирует высокую производительность при интенсивном режиме работы.

#### Высокая производительность

- Мощный АС двигатель гидравлики 16 кВт
- Технология переменного тока для быстрой и экономичной работы
- 4 скоростных режима управления
- 80-вольтовая электросистема

#### Высокая точность управления

- Полностью настраиваемые параметры ускорения и максимальной скорости
- Амортизированное в 3 плоскостях сидение оператора с двумя подлокотниками
- Рукоятка на задней стойке с кнопкой сигнала заднего хода
- Подлокотник, настраиваемый в двух плоскостях
- Удобно расположенный на уровне глаз оператора дисплей
- Регулируемая рулевая колонка

#### Высокая безопасность

- Система контроля присутствия оператора
- Ремни безопасности в стандартной комплектации

#### Низкое энергопотребление

- Рекуперативное торможение
- Высокоэффективный АС-контроллер на транзисторах Power MosFET
- Режим экономии электроэнергии eLo позволяет обрабатывать на 20% паллет больше

Высокая надежность

- Защита ведущего моста по IP54
- Шина передачи данных CANbus
- Система управления погрузчиком и самодиагностики Pacsetter VSM
- Необслуживаемые маслопогруженные тормоза
- Необслуживаемые электродвигатели сокращают время обслуживания
- Бесконтактные неизнашиваемые датчики в органах управления и системе привода
- Дополнительная защита цилиндра наклона мачты
- Открываемая вверх крышка капота для удобства ежедневного обслуживания батарей
- Колеса суперэластик с визуальной индикацией износа
- Автоматическое напоминание о техническом обслуживании

Крепкая мачта

- Уникальная плавность подъема и опускания груза
- Полный беспрепятственный обзор рабочей зоны
- Рациональная укладка шлангов гидравлики и проводов

Технические характеристики электропогрузчика представлены в табл.

2.4.

*Таблица 2.4*

Технические характеристики вилочного электропогрузчика Hyster

J3.0XN

Производитель	Hyster
Тип техники	Погрузчики
Грузоподъемность, кг	3000
Высота подъема, м	от 3,36 до 7,3
Тип двигателя	Электрический
Гарантия	3 года или 6000 моточасов
Расстояние до центра тяжести груза, мм	500
Колесная база, мм	1750
Эксплуатационная база (с макс. батареей), кг	4910
Тип шин	Суперэластик
Размер шин, передние, ф	23×10-12
Размер шин, задние, ф	18×7-8
Габаритная длина, мм	3465
Длина до спинки вил, мм	2465
Габаритная ширина, мм	1173
Размер вил, мм	40×100×1000
Внешний радиус разворота, мм	2073
Скорость движения, с грузом/без груза, км/ч	17/18
Скорость подъема, с грузом/без груза, м/с	0,33/0,59
Скорость опускания, с грузом/без груза, м/с	0,56/0,46
Макс. преодолеваемый наклон, с грузом/без груза, %	22/34
Мощность двигателя хода, кВт	2×10
Мощность двигателя подъема, кВт	16
Напряжение/емкость АКБ, В/Ач	80/700
Рабочее давление для навесного оборудования, бар	155

*Выбор весов.* Для взвешивания сырья выбираем весы напольные промышленные CAS HD-300, которые представлены на рисунке 2.2. Технические характеристики весов указаны в табл. 2.5.



Рис. 2.2. Весы напольные промышленные CAS HD-300

Таблица 2.5

Технические характеристики весов напольных промышленных CAS HD-300

Тип	Электронные
Назначение	Промышленные
Установка	Напольные
Мах вес	300 кг
Серия	HD
Дискретность	0,1 кг
Вес	15 кг
Платформа	400×500 мм

Для взвешивания навески и готовой продукции, используем лабораторные весы серии ВЛТЭ-210С. Весы представлены на рисунке 2.3.



Рис. 2.3. Весы лабораторные серии ВЛТЭ-210С

Лабораторные весы серии ВЛТЭ-С - это весы с системой полностью автоматической внутренней калибровки. Технология производства весов соответствует международным стандартам качества, что в сочетании со специально подобранными материалами обеспечивает надёжность и высокий эксплуатационный ресурс весов (средний срок службы составляет не менее 7-10 лет). Технические характеристики весов представлены в табл. 2.6.

Таблица 2.6

Технические характеристики лабораторных весов ВЛТЭ-210С

Наименование	ВЛТЭ-210С
Наибольший предел взвешивания, г	210
Дискретность, г	0,001
Калибровка	Самокалибровка
Размер чаши/платформы весов, мм	116
Наименьший предел взвешивания, г	0,02
Цена поверочного деления, мг	10
Юстировочная гиря	Встроенная
Пределы допускаемой погрешности при первичной поверке, мг	от 0,02г до 50г вкл. $\pm 5$ ; св. 50г до 200г вкл. $\pm 10$ ; св. 200г до 210г вкл. $\pm 15$



## Окончание таблицы 2.6

Наименование	ВЛТЭ-210С
Класс точности согласно ГОСТ OIML R 76-1-2011	II высокий
Время установления показаний, с, не более	5
Гарантия	3 года

*Выбор дробилки.* В процессе производства деталей методом литьевого прессования, возникают отходы (литники, брак, продукты механической обработки, настройки оборудования и выхода на режим), которые дробятся для получения вторичного сырья. Для дробления выбираем дробилку марки SG-300F, которая приведена на рис.2 4.



Рисунок 2.4. Дробилка SG-300F

Технические характеристики дробилки представлены в табл. 2.7

Таблица 2.7

### Технические характеристики дробилки SG-300F

Модель	SG-300F
Размеры загрузочного бункера, мм	200×300
Производительность, кг/час	150-200
Кол-во вращ. ножей	3×3
Кол-во неподвижных ножей	2×1
Мощность двигателя, кВт	5,5
Габариты, мм	950×740×1190
Вес, кг	400

## БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

По степени воздействия вредных веществ на организм человека пресс-материал ДСВ относится к III классу опасности по ГОСТ 12.1.005.

При переработке и производстве пресс-материала возможны выделения в воздушную среду паров фенола, формальдегида, анилина, этилового спирта, ацетона, стеклопыли и пыли пресс-материала.

Пары фенола и формальдегида вызывают острые и хронические отравления, раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, пары анилина вызывают головокружение, тошноту, головную боль.

Стеклопыль и пыль пресс-материала раздражают дыхательные пути и незащищенные участки кожи.

Этиловый спирт и ацетон - легковоспламеняющиеся жидкости, обладают наркотическим действием, влияют на нервную систему и печень.

Предельно-допустимая концентрация (ПДК) и классы опасности указанных веществ по ГОСТ 12.1.005:

фенола - 0,1 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности II,

формальдегида - 0,05 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности II,

анилина - 0,1 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности II,

этилового спирта - 1000 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности IV,

ацетона - 200 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности IV,

стеклопыль - 2 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности III,

пыль фенопласта - 6 мг/м<sup>3</sup>, класс опасности III.

Для защиты органов дыхания от пыли применяют респиратор "Лепесток-5" марки ШБ-1 по ГОСТ 12.4.028.

Для защиты кожи рук применяют мази и кремы по ГОСТ 12.4.068.

Для защиты органов дыхания от вредных паров (газов) и аэрозолей органических веществ допускается применять облегченный газопылезащитный респиратор "Нечерноземье" по нормативной документации. [8]

Правила безопасности при переработке пресс-материала в изделия по ГОСТ 12.3.030.

Пресс-материалы - горючие материалы, средства пожаротушения - углекислотные и порошковые огнетушители, вода распыленная, пар, песок, пена.

#### *Охрана окружающей среды*

Образующиеся при производстве пресс-материала ДСВ пары растворителя (этилового спирта) должны улавливаться и возвращаться в производство или обезвреживаться. Газообразные выделения должны обезвреживаться адсорбционно-каталитическим методом или другими методами утвержденными и согласованными в установленном порядке. Жидкие органические отходы должны совмещаться с топливными продуктами (мазут и т.п.) и сжигаться. Твердые отходы должны захораниваться на полигонах. Правила контроля воздушной среды по ГОСТ 17.2.3.01, воды – по ГОСТ 17.1.3.13.