

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(Национальный исследовательский университет)
Заочный факультет политехнического института
Кафедра «Колесные и гусеничные машины»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент: _____ / _____ /
« ____ » _____ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
_____/В.Н. Бондарь/
« ____ » _____ 2017 г.

Разработка формовочной машины с пластинчатым конвейером

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-23.05.01.2017.242.000.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы

_____/Е.И. Кромский/
« ____ » _____ 2017 г.

Автор работы

студент группы ПЗ-603

_____/М.В. Артюхин/
« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтролёр

_____/В.И. Дуюн/
« ____ » _____ 2017 г.

Челябинск 2017

АННОТАЦИЯ

Артюхин М.В. Разработка формовочной машины с пластинчатым конвейером. Челябинск: ЮУрГУ, КГМ; 2017, 121 с., 20 ил., библиогр. список – 55 наим., 1 прил., 10 листов чертежей ф. А1.

В ходе анализа существующего технологического процесса предложен новый способ изготовления строительного кирпича. Применение нагнетания дает более равномерную плотность и прочность, отсутствие дозирования смеси и уменьшение усилия уплотнения по сравнению с обычным прессованием.

Предварительная разработка конструкции для реализации нового способа формования показала, что по сложности, стоимости изготовления и обслуживания оборудования последние находятся ниже серийно выпускаемых машин.

Использование спроектированного прессы для производства строительного кирпича позволит понизить удельную энергоёмкость, металлоёмкость оборудования и снизить себестоимость продукции.

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Артюхин			<i>Разработка формовочной машины с пластинчатым конвейером</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров.</i>		Кромский					3	121
<i>Н. контр.</i>		Дзюн				<i>Кафедра КГМ</i>		
<i>Утв.</i>		Бондарь						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНОГО КАМНЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЕГО ФОРМОВАНИЯ	
1.1 Технология производства керамического кирпича	9
1.2 Технологическая схема производства кирпича	10
1.3 Прессы для полусухого прессования	16
1.4 Гиперпрессование	26
1.5 Станок УФ-1	31
1.6 Машина РК мини 01.....	34
1.7 Выводы.....	38
2 РАЗРАБОТКА ФОРМОВОЧНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО КАМНЯ	
2.1 Особенности новой технологии.....	39
2.2 Описание прессы.....	40
2.3 Работа нагнетательной части устройства.....	42
2.4 Описание механизма передвижения форм.....	43
2.5 Работа конвейера.....	44
2.6 Расчет прессы.....	45
2.7 Расчет конвейера.....	47
2.8 Выводы.....	56
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
3.1 Введение.....	57
3.2 Описание работы детали	57
3.3 Выбор и обоснование способа получения заготовки	58
3.4 Технологический маршрут изготовления вала в серийном производстве.....	60
3.5 Выводы по технологическому разделу	78
4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	

									Лист
									4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.242.00 ПЗ				

4.1 Оценка перспективности и конкурентоспособности проектируемого пресса	79
4.2 Оценка потребительских свойств проектируемого пресса.....	82
4.3 Оценка коммерческой состоятельности дипломной работы.....	83
4.4 Выводы по организационно-экономическому разделу	90
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
5.1 Краткие сведения по техпроцессу	91
5.2 Опасные и вредные производственные факторы.....	93
5.3 Техника безопасности.....	95
5.4 Промышленная санитария.....	97
5.5 Взрывопожаробезопасность.....	104
5.6 Выводы по разделу безопасность жизнедеятельности.....	107
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	108
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	109
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Спецификации	114

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

производства кирпича[3]. Новый пресс позволит производить кирпич полусухим способом прессования без обжига, что значительно уменьшит время его сушки, а также сократит энергозатраты.

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

пластинчатый питатель; 10 - бегуны для сухого помола, дезинтегратор; 12 - вибросито; 13 - бункер; 14 питатель; 15 - смеситель-увлажнитель (глиномешалка); 16 - коленорычажный пресс; 17 - вагонетка; 13 - сушилка; 20- толкатель; 21-туннельная печь; 22-склад готовой продукции.

При полусухом способе прессования строительные блоки изготавливают из глины влажностью до 12% [7]. В производство кирпича данным способом входит добыча, измельчение, сушка и просеивание глины; дробление добавок, увлажнение глины; прессование изделий; сушка и обжиг кирпича. Все необходимое сырье измельчают, сушат и тщательно перемешивают, на заводе создается запас переработанного сырья. Для хранения сырья применяют глинохранилища и глинозапасники. Подготовленное сырье доувлажняют в глиномешалке, затем изделия прессуют на коленорычажных или гидравлических прессах. Кирпич, изготовленный методом полусухого формования, имеет необходимую прочность и поэтому сразу транспортируется в туннельную печь. Готовые керамические блоки отправляются на склад хранения.

Подготовка сырья

Основным сырьем для производства кирпича методом полусухого прессования служат глины. Хорошее качество продукции получается при использовании глин средней пластичности. Карьерная влажность применяемых глин доходит до 30%, а полусухое формование изделий производят при влажности сырья 9—12%.

Подготовка сырья включает следующие операции: грубое измельчение глины с удалением из нее крупных включений, сушку глины, измельчение сухой глины в порошок, просеивание, приготовление порошка и его пароувлажнение. Грубое измельчение с одновременным удалением крупных каменистых включений осуществляют на дезинтеграторных вальцах СМ-1198. Для последующего измельчения глины в порошок ее высушивают до требуемой

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

остатка на контрольном сите. Значительное отклонение от заданных значений указывает на необходимость изменения работы дезинтегратора.

При изготовлении кирпича методом полусухого прессования в глину добавляют выгорающие и отошающие добавки. Выгорающие добавки в виде измельченной фракции обязательно необходимы для лучшей спекаемости кирпича сырца, а отошающие добавки нужны при применении глин, чувствительных к сушке. В качестве отошающих добавок вводят песок, золу или шлак такого же состава, что и глиняная смесь. Для подготовки выгорающих и отошающих добавок применяют комплекс дробильного оборудования, включающий дробилку для первичного дробления, молотковую для окончательного дробления и сита для просеивания. Просеянные материалы транспортируют в бункер, откуда их с помощью дозаторов подают для пароувлажнения и смешивания.

Пароувлажнение порошка выполняют в смесителях. Перемешивание увлажненного порошка в двухвальных смесителях дает лучшие результаты равномерного распределения зерен различных фракций и лучшего выравнивания влажности. Увлажненный до 10-12% и хорошо смешанный порошок поступает на полусухое прессование. Для контроля влажности смеси измеряют температуру порошка, определяют его влажность и состав.

Прессование кирпича-сырца

Глиняное сырье для полусухого формования содержит недостаточную влажность для создания вокруг зерен сплошной поверхности. Это объясняется низкой пластичностью и связностью глины. Для придания нужной формы и необходимой прочности кирпич сырца прессуется под большим давлением, при этом фракции глиняного порошка сближаются, деформируются, их контактная поверхность становится больше и зерна глины соединяются за счет молекулярных сил. Глиняный порошок состоит из твердого вещества, воды и

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.242.00 ПЗ					

1.3 Прессы для полусухого прессования

По принципу конструкции прессы делятся на группы: ударного действия, рычажные и ротационные. По технологическим признакам существуют прессы с односторонним или двусторонним прикладыванием усилия, со способом фиксации пресс-форм; прессы с одноступенчатым и многоступенчатым прессованием.

В кирпичной промышленности больше всего распространен двухступенчатый двусторонний пресс для полусухого прессования СМ-301 А (рисунок 1.4). Он предназначен для прессования кирпича-сырца из глиняного порошка с влажностью 8—12%. Пресс СМ-301 А относится к механическому кривошипно-шатунному типу прессов с гидравлическим регулированием давления, включающих в себя две независимые и одинаковые позиции. Каждая позиция пресса состоит из прессующего механизма с блоком цилиндров и регулятором давления, коленчатого и промежуточного валов, выталкивающего механизма, засыпной каретки с механизмом передвижения, регулятора засыпки и роликового конвейера. В прессе предусмотрено дозированное насыпание сырья в пресс-формы, регулировка засыпки глиняной массы, прессование и выталкивание кирпича на конвейер.

Работает пресс следующим образом: глиняный порошок по двухрукавной течке 17 поступает в бункер каретки 22. При вращении вала 20 механизм передвижения каретки через ролик 23 и рычаги 21 переводит каретку на пресс-форму 9. В это время штампы 8 уходят вниз, пресс-формы заполняются и каретка возвращается в исходную позицию.

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

прессования верхний штамп 11 приподнимается, а кулачек, закрепленный на колесе 18, заходит на ролик рычага и через систему рычагов поднимает ползун 7с закрепленным на нем штампом 8. Форма вместе с готовым изделием приподнимается. Кирпич-сырец выталкивается из формы и каретка сдвигает все четыре кирпича на роликовый конвейер 10. В дальнейшем цикл прессования повторяется.

На прессах СМ-301А изготавливают пятистенный кирпич-сырец, т.е. не имеющий сквозных отверстий. Пустоты образуются с помощью стержней, которые имеют небольшую конусность. Слишком малая конусность приводит к большим усилиям при извлечении штампа с сердечниками из спрессованного кирпича-сырца, потому что силы трения между поверхностями возрастают. Спрессованный кирпич при сквозных отверстиях обладает более однородной плотностью, чем при креплении сердечников на верхних пуансонах.

Сушка кирпича

В интервале низких температур происходит досушка кирпича-сырца. При этом образуется значительное количество водяного пара, который при быстром подъеме температуры выделяется столь бурно, что может разорвать изделие. При скоростном обжиге это наиболее опасный для изделия этап. Он может быть исключен из режима обжига, если в печь поступает абсолютно сухой кирпич-сырец. При сушке кирпича влага, содержащаяся в изделиях, перемещается из внутренних областей к поверхности, вступает в соприкосновение с теплым воздухом и испаряется. В результате испарения воды освобождается место между частицами глины. Происходит уменьшение объема изделий или усадка. Температура сушки, а также темп роста температуры, играют важную роль в процессе изготовления кирпичей. Влага начинает испаряться при нагреве изделия в диапазоне температур 0-150°C. Когда температура нагрева достигает 70°C, давление водяных паров может достичь критических значений, что в свою

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Обжиг кирпича

Завершающей стадией технологии всех изделий строительной керамики является их обжиг. При обжиге изделия окончательно формируется структура материала, т.е. происходит спекание керамики, в результате чего сырец из конгломерата слабосвязанных частиц превращается в достаточно твердое и прочное тело.

При обжиге изделий в печах одновременно протекает ряд сложных процессов: горение и газификация топлива, движение продуктов горения в рабочем пространстве печи, теплообменные и массообменные процессы, связанные с экзотермическими и эндотермическими эффектами в обжигаемых изделиях изменения в добавках, вводимых в массу[12].

Формирование черепка изделий при обжиге достигается оптимальным выбором температуры и времени нагрева полуфабриката (температурного режима), а также химическим составом печной атмосферы (газовым режимом) и временем обжига. Температурный режим обжига изделий условно разделяют на четыре периода: досушки, подогрева, взвара и охлаждения.

Досушка производится с целью полного удаления воды, а также равномерного прогрева массы полуфабриката до 100-200⁰С. Наиболее интенсивно удаляется вода при 80-130⁰ С. Удаление адсорбционно связанной воды (120-130⁰С) сопровождается поглощением тепла, что связано с возможностью растрескивания сырца. Температура в период досушки поднимается медленно при наличии достаточной тяги, предотвращающей возможность конденсации паров на сырце.

Подогрев до 800⁰С, т.е. до начала упругих деформаций, первоначально производится дымовыми газами и далее при сжигании топлива. В начальной стадии этого периода (300⁰ С) начинается выгорание органических примесей, заканчивающееся при медленном подъеме температуры до 450⁰С, при быстром подъеме - около 700 - 800⁰ С.

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В середине периода при температуре 500-600⁰ С происходит интенсивное выделение конституционной воды, сопровождающееся вторым эндотермическим эффектом, который заканчивается при скоростном обжиге, когда температура достигает 900-1000⁰ С. В этом же температурном интервале происходит диссоциация минералов, содержащих железа, способствующих уплотнению черепка .

В процессе формирования черепка жидкая фаза непрерывно меняется. Количество расплава, образующегося при одной и той же температуре зависит от химического состава глинистых материалов и добавок, реакционной способности и дисперсности компонентов массы, качества печной среды и продолжительности нагрева.

При малом содержании жидкой фазы достаточная механическая прочность изделий не обеспечивается, при излишнем возможна деформация изделий в процессе обжига. В этом периоде обжига изделий (700-800⁰ С) кристаллическая решетка глинообразующих минералов не разрушается, поэтому такие физико-механические показатели, как усадка, прочность, пластические деформации, модуль упругости, изменяются незначительно. Пористость изделий к концу периода увеличивается. Этот период нагрева не является опасным для быстрого подъема температур, даже для глин, чувствительных к обжигу. Скорость подъема температуры определяется в основном не свойствами сырья, обжигаемых изделий, а конструктивными особенностями печей, и в некоторые периоды может колебаться от 150 до 800 град/ч, а в среднем - около 300 град/ч.

Взвар характеризуется достижением максимально допустимой температуры обжига изделий, созреванием черепка и выдержкой, осуществляемой обычно при температуре 900-1050⁰ С. Поднимают температуру осторожно, так как при 800-900⁰ С возникают упругие деформации, что связано с разрушением кристаллической решетки глинистых минералов и значительными структурными изменениями черепка. Для выравнивания температуры в печи и более полного протекания физико-химических процессов в конце взвара

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

23.05.01.2017.242.00 ПЗ

производится выдержка 3-5 ч. Краткосрочная выдержка также способствует интенсивному протеканию превращений кремнезема, образованию муллита, хотя завершение этих процессов переносится в область более высоких температур, чем температуры обжига изделий. Поэтому нарастание прочности черепка изделий, начинающееся при температуре 800-850⁰С и продолжающееся до конца обжига (900-1050⁰С), объясняется не столько влиянием вновь образующихся соединений (из-за недостаточных для их образования температур и времени), сколько действием расплава, который, благодаря энергии поверхностного натяжения, сближает и связывает более крупные частицы массы - дегидратированные частицы глинистого вещества и зерна кварца. Прочность охлажденного расплава (стекловидной фазы) достигает 5000-6000 кг/см².

В изделиях пластического формования глинистые частицы более равномерно распределяются в массе заполнителя (кварцевые зерна, шамот и др.), обволакивая его зерна. При обжиге образующаяся на поверхности зерен заполнителя жидкая фаза цементирует их [13].

Охлаждение начинается небольшой зоной "закала" и характеризуется медленным понижением температуры (около 300 °С в час) до 550-500⁰С без отбора тепла для избежания внутренних напряжений и растрескивания изделий. Появление трещин, скорее всего, возможно в интервале температур 600-400⁰С в результате полиморфных превращений кварца (при 573⁰С) и перехода расплава из вязкого в твердое состояние. Поэтому при использовании в качестве отошающей добавки крупнозернистого кварцевого песка скорость охлаждения должна уменьшаться по сравнению со скоростью охлаждения при использовании мелкозернистого песка. Дальнейшее охлаждение до конечной температуры 40-50⁰ С происходит быстро, и допустимая величина температурного перепада возрастает до 120-125 град в час [14].

Продолжительность обжига изделий зависит от материала обжигаемых изделий и его физических свойств (теплопроводности, плотности, механической прочности и др.), температуры обжига, скорости изменения температуры, типа и

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

воздуха для горения и охлаждения продукции, а также и количество продуктов горения и нагретого воздуха. Это осуществляется за счет установки отдельно работающих вентиляторов, дымососов и рециркуляции дымовых газов и воздуха по рециркуляционным каналам, располагаемым вдоль печи над сводом, по которым дымовые газы и воздух могут быть поданы в соответствующие зоны печи. Так, по системе рециркуляционных каналов отсасываемый воздух из одних участков зоны охлаждения подается в другие участки этой же зоны, продукты горения и воздух из зоны подогрева можно подавать в зону обжига и т.д. Регулирование распределения продуктов горения и воздуха позволяет применять широкую автоматизацию процессов подогрева, обжига и охлаждения изделий, обеспечивающую получение наилучших технико-экономических показателей работы этих видов печей. Размеры туннелей зависят от вида топлива, назначения и производительности туннельных печей [17]. Туннельная печь (рисунок 1.6) имеет три зоны: подогрева, обжига и охлаждения. В зоне подогрева температура повышается со скоростью $50^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ до 100°C , затем со скоростью $150^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ до $750\text{—}800^{\circ}\text{C}$. Затем скорость нагрева несколько снижается и повышается снова в зоне обжига. Охлаждение после обжига медленное за счет теплопотерь в окружающую среду, а с 500 до 50°C скорость охлаждения повышается до $120^{\circ}\text{C}/\text{ч}$. Большая часть производственного времени ($60\text{—}65\%$) при обжиге отводится зонам подогрева и охлаждения, так как в этих зонах возможно появление наибольшего количества дефектов.

					<i>23.05.01.2017.242.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						24
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

работают от гидравлической системы либо приводятся в действие от веса поднимаемого пакета. После чего кирпич отправляется на склад готовой продукции, находящийся на открытых асфальтированных площадках, расположенных на территории предприятия. Склад готовой продукции оборудован мостовыми кранами для загрузки поддонов с кирпичом в автомобили.

1.4 Гиперпрессование

Данная технология без применения обжига основана на том, что в процессе используется оборудование для производства гиперпрессованного кирпича, позволяющее формовать мелкопомолотые известняковые породы путем частичной диффузии – холодной сварки. С этой целью используется гиперпресс для производства кирпича.

Основным сырьем при этом является песок - речной и карьерный, а также отсеvy от разработки карбонатных пород, такие как известняки или ракушечники, а также известковые отсеvy щебня и других мягких пород. Эта разновидность кирпича получается методом полусухого гиперпрессования, представляющего собой технологию, пришедшую из Европы. Суть ее говорит сама за себя. Кирпичи получают путем оказания повышенного давления на спрессованный материал из смеси дробленого известняка, цемента с красителями. Данный строительный материал имеет ряд преимуществ: его прекрасные эксплуатационные свойства делают его схожим с натуральным камнем. Кроме морозоустойчивости и повышенной прочности, эта разновидность кирпича практически не впитывает влаги и хорошо переносит температурные перепады. Кроме того, она достаточно стойка к износу. Поскольку по данной методике выпускают и облицовочные бруски, то специальное оборудование для производства гиперпрессованного кирпича дает возможность делать его с гладкой и идеально ровной поверхностью. Стены из такого материала больше не требуют дополнительной отделки[53].

										Лист
										26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.242.00 ПЗ					

По конструкции, гиперпрессованный кирпич может быть полнотелым и щелевым. Отверстия в кирпиче облегчают вес изделий и улучшают сцепку с раствором, хотя на практике, наиболее распространены полнотелые блоки.

По назначению, гиперпрессованный кирпич, может быть облицовочным или рядовым. Продукция, получаемая гиперпрессованием, более экономически оправдана в виде фасадного материала, поэтому, применение ее в качестве стеновой основы, как правило, ограничивается созданием конструкций с высокими требованиями к прочности, например, защитных дамб или домов в сейсмически опасных районах.

Форма гиперпрессованного кирпича совсем необязательно имеет геометрию прямоугольного параллелепипеда. Для декорирования поверхностей, а также для облегчения отделки сложных рельефов, используются фасонные (фигурные) изделия. В зависимости от местонахождения лицевой части со сколом, имитирующим "рваный" камень, различают торцевые, ложковые, угловые кирпичи[54].

Преимущества метода гиперпрессования

Гиперпрессование кирпича имеет ряд преимуществ перед другими способами его изготовления. Этот факт делает данный метод производства очень эффективным и высокорентабельным:

- Относительно недорогое оборудование – дешевле, чем для производства керамического кирпича.
- Относительно невысокая энергоемкость.
- Безотходное производство – мало того, что в качестве основной части сырья (около 90%) используются отходы других производств, так еще и собственные «отходы» (будь то брак или осколки) могут использоваться повторно. В конечном результате производство гиперпрессованного кирпича не имеет ни твердых, ни жидких, ни газообразных отходов.

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

станка обеспечивает равномерную засыпку формовочной смеси и, как следствие, кирпич имеет равномерную плотность.



Рисунок 1.8 - Станок УФ-1

Для работы кирпичного станка УФ-1 в каждом регионе страны имеется широкий выбор исходных материалов (отходы камнедробления: известняк, доломит, мрамор, доменные шлаки и т. д.). В комплект поставки станка для производства кирпича УФ-1 входит электронный пульт управления. При работе станка можно использовать следующие режимы: наладочный, ручной, автоматический. «Автоматический» — это основной режим работы, в котором идет выпуск продукции. В нем производится автоматическая синхронизация работы всех механизмов станка для изготовления кирпича по производительности. Наличие режимов работы «Ручной» и «Отладка» дает возможность проверить работу всех узлов станка в пошаговом режиме. Основные параметры системы управления могут задаваться вручную с пульта и отображаются на цифровом дисплее шкафа. При прохождении сбоя в работе кирпичного станка, программа автоматически его останавливает и на дисплее отображается код ошибки[56].

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

23.05.01.2017.242.00 ПЗ

шатунный механизм и привод перемещения емкости, согласно предложению, платформа вторым концом соединена шарнирно с неподвижной выглаживающей плитой, а с рамой и кривошипно-шатунным механизмом платформа выше указанным концом соединена через подвижный шарнир, при этом передняя стенка бункера-питателя выполнена из двух частей, соединенных между собой гибкой связью, а нижняя часть стенки бункера с помощью тяги и двух шарниров связана с платформой.

Шарнирное соединение платформы с рамой, кривошипно-шатунным механизмом и выглаживающей плитой с помощью рычагов указанным образом позволяет создать такое движение платформы, которое обеспечивает сжимающие и сдвиговые (тангенциальные) деформации уплотняемого композиционного материала в зоне обработки (прессования), при этом требуется меньшее усилие сжатия для получения расчетной плотности прессуемого материала. Выполнение передней стенки бункера-питателя из двух частей, соединенных между собой гибкой связью, организует принудительное проталкивание сыпучего материала под платформу, что обеспечивает стабильность процесса прессования и для малоподвижных смесей. При этом создаются более благоприятные условия для движения воздуха и избытка материала из-под платформы в сторону открытого пространства и, как следствие, уменьшение энергозатрат при более плотном прессовании материала и получении высокоплотной структуры композиционных материалов. Принципиальная схема нового устройства показана на рис. 2.1.

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

и уменьшение его в направлении подвижного шарнира 10. Как только перед бункером-питателем появится волна выпора материала, вытесненного платформой из зоны прессования, оператором включается механизм перемещения самого устройства относительно неподвижной формы 6 (рисунок 2.1).

Предлагаемое устройство обеспечивает управляемую загрузку рабочего агента (сыпучего материала) в рабочую зону (зону прессования) платформы, уменьшение внешних действующих усилий за счет двухступенчатого их усиления. Более полное вытеснение воздуха из прессуемого материала, получение направленных сдвиговых деформаций в прессуемом материале, создание градиента давления под платформой позволяет интенсифицировать динамическое воздействие на уплотняемый материал и получить высокоплотную структуру последнего. Использование устройства предлагаемой конструкции расширяет область применения его за счет принудительного проталкивания в зону обработки (рабочую зону) малоподвижных сыпучих материалов.

2.4 Описание механизма передвижения форм

В виду особенностей производства мною была адаптирована формовочная установка, разработанная на нашей кафедре. Изменения принимались исходя из увеличения производительности машины и автоматизации процесса ее работы. Установка состоит из двух частей – пресса и механизма передвижения форм. Механизм передвижения форм включает в себя раму, на которой смонтированы ведущий и ведомые валы, правый и левый продольные борта, пластинчатый транспортер, состоящий из 22 форм, соединенных двумя параллельно расположенными цепями. Рама установлена на стойку, на которой смонтирован мотор-редуктор, осуществляющий привод передвижения форм. Мотор-редуктор соединен с ведущим валом посредством цепной передачи.

Формы посредством механизма передвижения могут перемещаться под нагнетателем, двигаясь, как по направляющим, по опорам правого и левого

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

продольных бортов. Когда формы располагаются между бортами, образуются замкнутые ячейки, соответствующие размеру формуемого изделия, с открытой верхней поверхностью.

2.5 Работа конвейера

После подключения машины к сети её приводят в исходное состояние. Для чего включением привода передвижения форм устанавливают пластинчатый транспортер так, чтобы стенка одной из форм располагалась с наружной стороны лыжи бункера на небольшом расстоянии от неё. При этом последующая форма будет располагаться непосредственно под рабочим органом нагнетателя. Затем включают привод нагнетателя и подготовленную должным образом формовочную смесь подают в бункер. Смесь по наклонной стенке бункера просыпается под плиту нагнетателя и заполняет форму через её открытую сторону. При качании нагнетателя, поверхность рабочего органа, периодически отдаляясь и приближаясь к открытой стороне формы, нагнетает в форму порции смеси, которые попадают под рабочий орган. После того, как начнётся интенсивное выдавливание смеси в свободную сторону формы, включается привод передвижения форм и формы последовательно продвигаются под рабочим органом нагнетателя. По мере прохождения форм под качающимся нагнетателем они заполняются уплотнённой смесью и затем попадают под лыжу бункера, посредством которой осуществляется калибровка отформованных блоков.

После выхода формы с отформованным блоком из-под заглаживающей подошвы лыжи, форма поворачивается относительно оси ведущего вала, и блок отделяется от стенки соседней формы. В этот момент производят съём отформованного блока. Это делают либо двумя руками, захватив блок с противоположных сторон, либо посредством соответствующего захвата. При этом процесс нагнетания смеси в формы продолжается. Поэтому в бункере на

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

протяжении всего процесса изготовления блоков должна находиться смесь. Для чего её добавляют туда по мере необходимости.

2.6 Расчет прессы

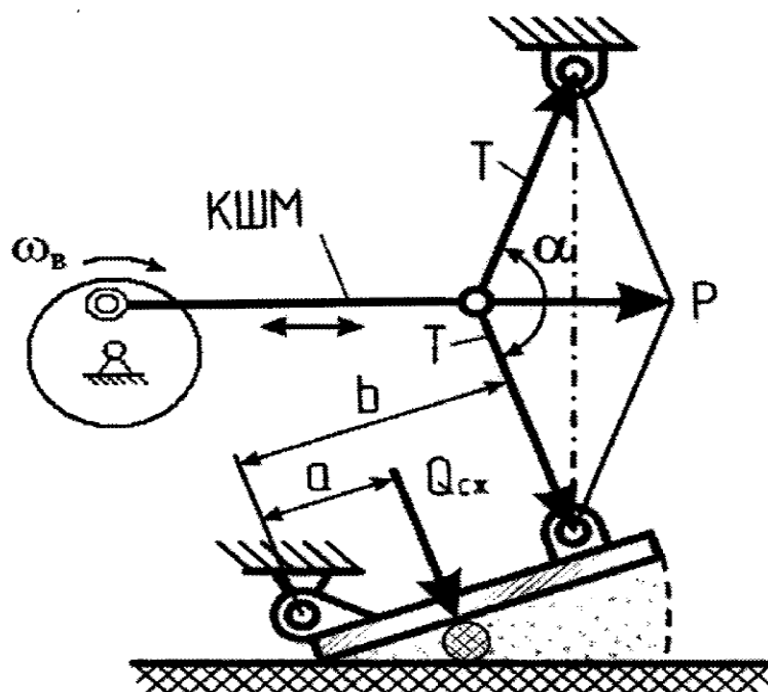


Рисунок 2.2 - Схема сил, действующих на элементарную частицу прессуемого материала

Существенным преимуществом нового устройства является двухступенчатое увеличение движущей силы P (рисунок 2.2), т. е. усилие сжатия $Q_{сж}$ действующее на элементарную частицу, внедряемую в среду уплотняемого материала, определяется:

$$Q_{сж} = P k_1 k_2, \quad (2.1)$$

где P - усилие, развиваемое приводом КШМ, Н

k_1 и k_2 - коэффициенты усиления.

Коэффициент усиления k_1 определяется из параллелограмма сил с углом α между рычагами:

$$\frac{P}{2} = T \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \quad (2.2)$$

$$T = \frac{P}{2 \cdot \cos \frac{\alpha}{2}} = P \cdot k_1 \quad (2.3)$$

$$k_1 = \frac{1}{2 \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}, k_1 > 1 \quad (2.4)$$

Коэффициент усиления стремится к бесконечно большой величине при угле α , приближающемся к 180° , так как $\cos \alpha/2$ стремится к нулю.

Коэффициент усиления k_2 определяется из равенства:

$$Q_{сж} = \frac{b}{a} \cdot T = T \cdot k_2 \quad (2.5)$$

где $k_2 = \frac{b}{a}, k_2 > 1$

a - расстояние от элементарной частицы материала до неподвижной шарнирной опоры; м

b - вылет (длина) плиты платформы, м.

Для успешной работы устройства необходимо соблюдать условие: максимальный угол наклона плиты платформы 2 к горизонту не должен превышать 20° , чтобы материал не выскальзывал из зева платформы обратно в бункер-питатель. Для получения максимального усилия сжатия в нижнем положении платформы угол между рычагами 3 и 4 должен быть равен или меньше 180° (рекомендуемый угол $175-178^\circ$).

Определим движущую силу P :

$$P = 2 \cdot Q_{сж} \cdot \operatorname{tg}(90^\circ - \alpha/2), \quad H \quad (2.6)$$

Определим наибольшее усилие сжатия из условия предела прочности прессовки-сырца:

$$Q_{сж} = \sigma \cdot F \quad (2.7)$$

где σ - предел прочности для глины – сырца, $\frac{H}{м^2}$

F - площадь плиты платформы (нагнетателя) , $м^2$

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\sigma = 3 \cdot 9,81 \cdot 10^4 = 294300 \frac{H}{M^2}$$

$$Q_{сж} = 294300 \cdot 0,025 = 7357,5 \text{ Н}$$

Из формулы (2.6) найдем силу давления Р на рычаги :

$$P = 2 \cdot 7357,5 \cdot 0,052 = 765,18 \text{ Н}$$

$$M_{кр} = P \cdot r \quad (2.8)$$

где $M_{кр}$ - крутящий момент на валу маховика, Нм

r - эксцентриситет кривошипа, м

$$M_{кр} = 765,18 \cdot 0,04 = 30,6 \text{ Нм}$$

$$N = M_{кр} \cdot \omega \quad (2.9)$$

где N - мощность электродвигателя , Вт

ω - угловая скорость на валу маховика, рад/с

$$N = 30,6 \cdot 20 = 612 \text{ Вт}$$

С учетом неучтенных механических потерь и запаса мощности электродвигателя примем $N = 1 \text{ кВт}$. Полученной мощности соответствует мотор-редуктор МЦ2С-40 мощностью $P = 1,1 \text{ кВт}$ и $n = 200 \text{ об/мин}$.

2.7 Расчет конвейера

Общие сведения

Пластинчатый конвейер служит для непрерывного транспортирования насыпных и штучных грузов по трассе, расположенной в вертикальной плоскости или (при специальном исполнении) в пространстве. Тяговым элементом конвейера является одна или две цепи, грузонесущим — жесткий металлический или, реже, деревянный, пластмассовый, резинотканевый настил (полотно), состоящий из отдельных пластин (поэтому конвейер называется пластинчатым), движущийся по направляющим путям. Действие динамических нагрузок на тяговые цепи ограничивает скорость их движения обычно до 1,25 м/с, однако при использовании цепи конвейер может иметь увеличенную длину при больших

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

линейных нагрузках как с одним, так и с несколькими приводами; крутые перегибы по сравнительно небольшим радиусам с повышенным углом наклона.

По конструкции настила, тяговой цепи и расположению трассы различают пластинчатые вертикально замкнутые конвейеры общего назначения (основной тип) и изгибающиеся конвейеры с пространственной трассой. К специальным пластинчатым конвейерам относят разливочные машины для транспортирования и охлаждения жидкого металла, эскалаторы, пассажирские конвейеры и конвейеры с настилом сложного профиля[23].

Схема конвейера.

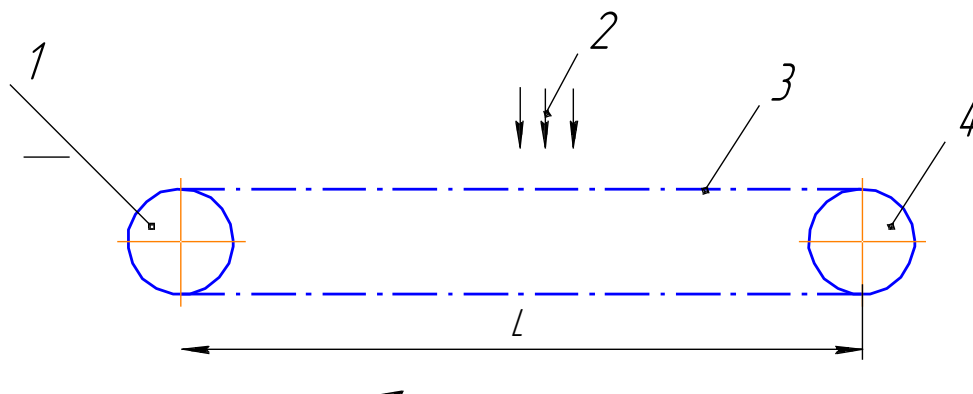


Рисунок 2.3 - Схема конвейера

Пластинчатый конвейер (рисунок 2.3) состоит из приводного барабана 4, натяжного 1 и двух пластинчатых цепей с пластинами, образующими настил 3, движущийся по направляющим, поддерживающим рабочую и холостую ветви конвейера.

Расчет производительности:

$$m = \rho \cdot V \quad (2.10)$$

где m-масса одного кирпича

ρ -плотность сырца, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

V- объем изделия, м^3

$$m = 2360 \cdot 0,002 = 4,6 \text{ кг}$$

										Лист
										48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.242.00 ПЗ					

Расчетная производительность конвейера:

$$Q = 500 \cdot 4,6 = 2300 \frac{\text{кг}}{\text{час}} = 2,3 \frac{\text{т}}{\text{час}}$$

Выбор типа настила

Для транспортировки груза используем плоский бортовой настил. Пластины настила фиксируют резьбовым соединением к уголкам, прикрепленным к пластинам тяговых цепей. Расстояние между пластинами выбирают минимальным, исходя из размеров строительных блоков.

Выбор скорости полотна конвейера.

Скорость движения конвейера принимаем исходя из заданной производительности формовочной установки.

$$V = Q \cdot l \frac{\text{м}}{\text{час}} \quad (2.11)$$

где V-скорость движения конвейера, м/час

Q-производительность конвейера, шт/час

l-длина кирпича, м

$$V = 500 \cdot 0,12 = 60 \frac{\text{м}}{\text{час}} = 0,017 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$$

Определение распределённых нагрузок.

Масса груза, приходящаяся на 1 м длины конвейера, определяется исходя из производительности:

$$q_r = \frac{Q}{3,6v} = \frac{2,3}{3,6 \cdot 0,017} = 37,58 \frac{\text{кг}}{\text{м}} \quad (2.12)$$

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Для предварительных расчетов распределенную массу (кг/м) настила можно определить из выражения:

$$q_0 = K_n \cdot B_n = 130 \cdot 0,25 = 32,5 \frac{\text{кг}}{\text{м}} \quad (2.13)$$

где K_n - масса для легкого настила $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$

B_n - ширина конвейера, м

Для проектного расчета и предварительного выбора типоразмера цепи максимально возможную силу ее натяжения можно рассчитать по приближенной формуле:

$$F = 1,1F_0 + [\varpi(q_r + 2q_0)L] \quad (2.14)$$

$$F = 1,1 \cdot 1000 + [0,11(37,58 + 2 \cdot 32,5)1] = 1111,2 \text{ Н}$$

где L - горизонтальная проекция длины конвейера, м;

F_0 - начальная сила натяжения цепи, можно принять $F_0 = 1$ кН;

ϖ - коэффициент сопротивления движению ходовой части на прямолинейных участках трассы конвейера ($\varpi = 0,11$).

Расчетная сила в двухцепном конвейере, действующая на одну цепь, с учетом неравномерности распределения нагрузок :

$$F_{\text{расч}} = (0,55 \dots 0,65)F = 722,3 \text{ Н}$$

Выбор цепи.

Исходя из особенностей крепления пластин выберем цепь М56-1-125-1 ГОСТ 588-81. [ссылка на ГОСТ]. По величине F из таблицы стандартных значений (с учетом коэффициента запаса $k_3 = 8$) цепь обладает большим запасом прочности.

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Тяговый расчёт.

На основании полученных данных масса несущего полотна q_0 с пластинами:

$$q_0 = 2,8 \cdot 2 + 14,4 = 20 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$$

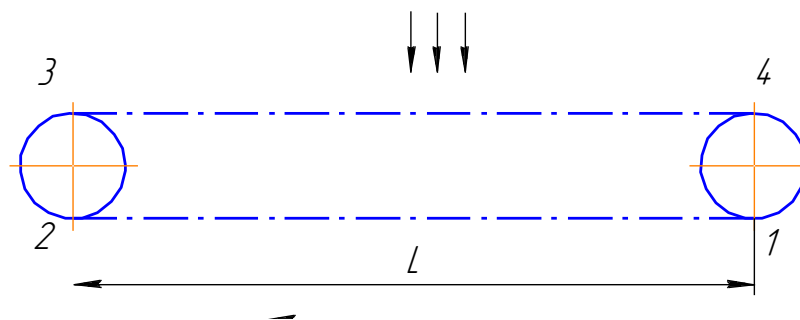


Рисунок 2.4 - Схема трассы конвейера

Определяем натяжения в характерных точках трассы.

Наименьшее натяжение тягового элемента для конвейера со схемой трассы, показанной на рис. 3, будет в точке его сбегания с приводной звездочки. С учетом малой производительности конвейера силу в этой точке примем $F_1 = 1000 \text{ Н}$. При обходе трассы от точки 1 по направлению движения пластинчатого полотна получаем натяжение цепи в точках 2-4:

$$F_2 = F_1 + W_{1-2} = F_1 + g \cdot q_0 \cdot \varpi \cdot L = 1000 + 9,8 \cdot 20 \cdot 0,11 \cdot 1 = 1021,5 \quad \text{Н} \quad (2.15)$$

$$F_3 = F_2 + W_{2-3} = F_2 k_{зв} = 1021,5 \cdot 1,04 = 1062 \quad \text{Н} \quad (2.16)$$

где $k_{зв}$ – коэффициент сопротивления на звездочках

$$F_4 = F_3 + (q_r + q_0)gL\varpi \quad (2.17)$$

$$F_4 = 1062 + (37,58 + 20)9,8 \cdot 1 \cdot 0,11 = 1124 \quad \text{Н}$$

Определение окружной силы на приводных звездочках привода.

Окружная сила на ведущих звездочках является основным параметром для определения мощности привода. Окружная сила на приводной звездочке:

$$W_0 = F_4 - F_1 + W_{зв} + W_6 + W_{пр} \quad (2.18)$$

										Лист
										51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.242.00 ПЗ					

где $W_{зв}$ - сопротивление на ведущих звездочках, Н

$$W_{зв} = (F_4 - F_1)(\kappa_{зв} - 1) \quad (2.19)$$

$$W_{зв} = (1124 - 1000)(1,04 - 1) = 4,96 \text{ Н}$$

W_6 - сопротивление от трения груза о неподвижные борта (только для конвейеров с неподвижными бортами);

$$W_6 = h^2 L f g \rho \text{ Н} \quad (2.20)$$

где h - высота неподвижных бортов, м

L - длина бортов, м;

f - коэффициент трения груза о борта.

$$W_6 = 0,07^2 \cdot 1 \cdot 0,78 \cdot 9,8 \cdot 2360 = 88,4 \text{ Н}$$

$W_{пр}$ - сопротивление от трения груза при опускании пресса

$$W_{пр} = Q_{сж} \cdot \mu \text{ Н} \quad (2.21)$$

$$W_{пр} = 7357,5 \cdot 0,78 = 5738,85 \text{ Н}$$

$$W_0 = 1124 - 1000 + 4,96 + 88,4 + 5738,85 = 5956,21 \text{ Н}$$

Мощность двигателя (кВт) привода при коэффициенте запаса $\kappa_3 = 1,2$

$$P_{дв} = \kappa_3 W_0 v / (1000 \eta) \quad (2.22)$$

где η - КПД передачи от двигателя к приводному валу конвейера.

$$P_{дв} = \frac{1,2 \cdot 5956,21 \cdot 0,017}{1000 \cdot 0,9} = 0,135 \text{ кВт}$$

С учетом неучтенных механических потерь цепного привода и запаса мощности электродвигателя:

$$P_{дв} = 1 \text{ кВт}$$

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Выбор звездочки

Делительный диаметр приводной звездочки:

$$D_0 = \frac{t}{\sin \frac{180}{z}} = \frac{0,125}{\sin 30} = 0,25 \text{ м.} \quad (2.23)$$

где t – шаг цепи.

$z=6$ – число зубьев звездочки.

Определение расчетного натяжения тяговой цепи.

В тяговых цепях вследствие неравномерного их движения, вызванного кинематикой зацепления цепи со звездочкой, возникают динамические нагрузки. Динамические нагрузки незначительно влияют на мощность привода пластинчатых конвейеров, но должны быть учтены при расчете цепи на прочность. С достаточной степенью точности динамическая сила:

$$F_{\text{дин}} = 3j_{\text{max}} (q_r + q_0 K_n) L \quad (2.24)$$

где j_{max} - ускорение движущихся масс и груза, возникающее вследствие неравномерности движения цепи, м/с^2 :

$$j_{\text{max}} = \frac{2\pi^2 v^2}{Z^2 t} \quad (2.25)$$

K_n - коэффициент, учитывающий уменьшение приведенной ходовой части;

$$K_n = 1,5 ;$$

Z - число зубьев звездочки, определяемое при ориентировочном расчете;

t - шаг тяговой цепи, м.

$$j_{\text{max}} = \frac{2 \cdot 3,14^2 \cdot 0,017^2}{6^2 \cdot 0,125} = 0,001 \text{ м/с}^2$$

$$F_{\text{дин}} = 3 \cdot 0,001(37,58 + 20 \cdot 1,5)1 = 0,2 \text{ Н}$$

									Лист
									53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

23.05.01.2017.242.00 ПЗ

При заданной схеме трассы конвейера по результатам тягового расчета наибольшая сила натяжения тягового элемента будет при нижнем положении прессы

$$F_{\text{расч}} = F_{\text{дин}} + W_{\text{пр}} \quad H \quad (2.26)$$

$$F_{\text{расч}} = 0,2 + 5956,21 = 5956,41 \quad H$$

Расчетная сила цепей двухцепного конвейера

$$F_{\text{расч 2ц}} = 0,6F_{\text{расч}} = 3573,8 \quad H$$

По значению расчетной силы, полученной при тяговом расчете, проверяют цепь по условию:

$$F_{\text{разр}} \geq F_{\text{расч}} k_3 \quad (2.27)$$

где $F_{\text{разр}}$ - разрушающая нагрузка цепи;

k_3 - коэффициент запаса прочности цепи; для горизонтальных конвейеров

$$k_3 = 6 \dots 8.$$

Следовательно цепь с разрушающей нагрузкой 56 кН выбрана с многократным запасом прочности.

Кинематический расчет

Частота вращения приводного вала конвейера:

$$n_6 = 60v / \pi D_0 \quad (2.28)$$

$$n_6 = 60 \cdot 0,017 / 3,14 \cdot 0,25 = 1,3 \quad \text{мин}^{-1}$$

Передаточное число привода определяется для частоты вращения 1400 об/мин выбранного электродвигателя:

$$u_{\text{прив}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{конв}}} = \frac{1400}{1,3} = 1076,92 \quad (2.29)$$

Расчетный крутящий момент на приводном валу конвейера

$$M_{\text{конв}} = W_0 D_0 / 2 = 5956,21 \cdot 0,25 / 2 = 744,5 \quad \text{Нм} \quad (2.30)$$

В качестве передаточного механизма привода конвейера общего назначения подберем стандартный червячный мотор-редуктор DRV 063/130 с передаточным числом $u=400$ и крутящим моментом на выходном валу $M=1621$ Нм. Так как здесь

										Лист
										54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.242.00 ПЗ					

При симметричной конструкции силы давления основания шестерен на вал определяем:

$$F_n = (F_4 + F_1 + W_{np}) / 2 \quad Н \quad (2.34)$$

$$F_n = (1124 + 1000 + 7357,5) / 2 = 4740,75 \quad Н$$

Они совпадают по значению с реакциями опор. Примем расстояние (рис. 2.10) :

$$l_1 = l_2 = l = 0,1 \quad м$$

Изгибающий момент под шестерней

$$M_{изг} = F_n \cdot l = 4740,75 \cdot 0,1 = 474 \quad Н \quad (2.35)$$

Вращающий момент

$$M_{вр} = W_0 \cdot D_0 / 2 = 5956,21 \cdot 0,25 / 2 = 744,5 \quad Н \quad (2.36)$$

Эквивалентный момент получаем

$$M_{экс} = \sqrt{M_{изг}^2 + M_{вр}^2} = \sqrt{474^2 + 744,5^2} = 882,5 \quad Н \quad (2.37)$$

Затем находим диаметр приводного вала

$$d = \sqrt[3]{M_{экс} / (0,1[\sigma])} \quad м \quad (2.38)$$

где $\sigma = 70 \quad МПа$ для стали:

$$d = \sqrt[3]{882,5 \cdot 10^3 / (0,1 \cdot 70)} = 50 \quad мм$$

Принимаем минимальный диаметр ведущего вала 50 мм

2.8 Выводы

В данном разделе приведены особенности конструкции новой формовочной установки. Указаны основные её параметры. Произведены расчёты привода нагнетателя и приводного конвейера формовочной машины.

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

3ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Введение

Процесс создания машины от формулировки её служебного назначения и до получения готового изделия делится на два основных этапа: проектирование и изготовление. Первый этап завершается разработкой конструкции машины и предоставлением её в чертежах, второй – реализацией конструкции с помощью производственного процесса. Построение и осуществление второго этапа составляют основную задачу технологии машиностроения.

Конструкции любой машины в своей сущности является системой двух видов связей: свойств материала и размерных цепей. Возможности конструктора при разработке её конструкции ограничены выбором материалов с необходимыми свойствами и приданием конструктивных форм, размеров относительного положения деталей и их поверхностей. Для реализации такой системы связей должен быть создан и осуществлен производственный процесс.

На технических этапах производственного процесса, которые в результате своего выполнения качественно изменяют заготовки деталей, сами детали или изделия, необходимо создание технологического процесса изготовления машины, включает в себя решение многих задач, связанных с процессами сборки машины и изготовление детали, являющихся её сборочными единицами и узлами. Причём последовательность решения этих задач имеет следующий характер: сперва составляется технологический процесс изготовления машины, а уже потом её сборки и изготовление деталей и их заготовок.[24,25]

3.2 Описание работы детали

Деталь – ведущий вал, служит для передачи усилия от приводной звездочки к двум ведущим звездочкам вала. Вращение от мотор-редуктора на приводную звездочку передаётся цепной передачей. От ведущих звездочек усилие

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

через тяговые цепи переходит на г-образные пластины установки, которые формируют строительные блоки.

В процессе работы вал испытывает нагрузки. Для правильной бесперебойной работы механизма необходимо правильно подобрать материал заготовки, способ и точность её обработки.

3.3 Выбор и обоснование способа получения заготовки

Важным этапом в процессе технологической подготовки производства является выбор заготовки, которая, в идеале, по размерам и внешнему виду должна быть максимально приближена к конечному продукту производства. Но некоторое усложнение детали приводит к тому, что значительно возрастает стоимость. Отсюда следует условие: заготовку и ее форму необходимо выбирать таким образом, чтобы суммарные затраты на создание заготовки и ее последующую механическую обработку были минимизированы. Это условие тесно взаимосвязано с типом предполагаемого производства. Например, для единичного производства не целесообразно использовать дорогостоящие методы создания исходной заготовки.

Как правило, в таких случаях используют стандартный прокат из нужного материала, который отрезается пропорционально длине прутка, потом посредством токарной обработки и других мероприятий достигается получение детали с заданными геометрическими размерами необходимой точности.

Такое использование материала можно признать нерациональным поскольку, более половины массы заготовки используется не по назначению, т.е. уходит в стружку. Но экономическая целесообразность диктует необходимость подобного не достаточно конструктивного метода.

При проектировании технологических процессов широко используются три типа заготовок, перечислим их в порядке возрастания сложности и стоимости изготовления: прутки, диаметр которого на 5 мм больше диаметра обработанной

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

детали, отливка, поковка. Использование отливки и поковки, в условиях опытного производства, считаю нерациональным, поэтому в качестве исходной заготовки будем использовать сортовой прокат, так как в данном случае этот способ является экономически выгодным и соответствует требованиям, предъявляемым к заготовкам.

Выбор размера заготовки

По номинальному диаметру детали 70 мм по стандартным значениям принимаем диаметр заготовки 75 мм. Общая длина детали составляет 612 мм. Исходя из диаметра проката, принимаем с учетом припусков на подрезку торцов 3 мм, выбираем длину заготовки $L_{\text{заг}} = 618$ мм. На рисунке 3.1 показана заготовка.

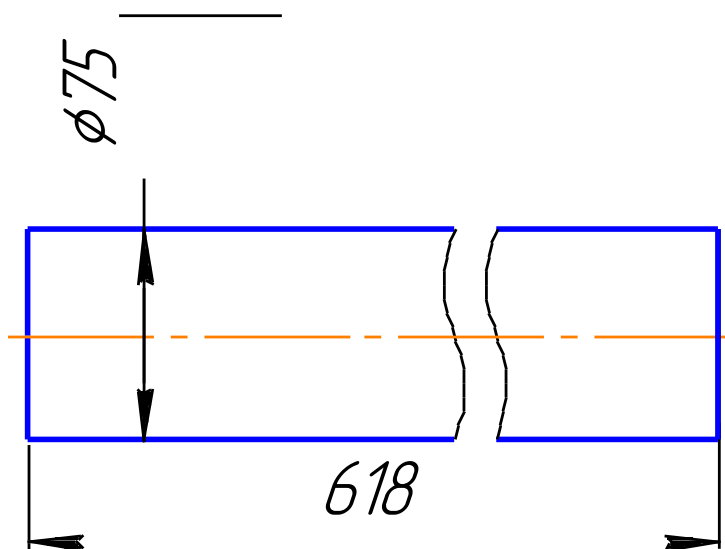


Рисунок 3.1 – Заготовка

Характеристика материала детали

Деталь изготовлена из конструкционной легированной стали 45 ГОСТ 4543-71. Общие сведения о стали представлены в таблице 3.1 и 3.2.

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Продолжение таблицы 3.3

010	Токарная черновая с ЧПУ	Токарный станок 16К20Т1. Резец Т15К6
015	Токарная чистовая с ЧПУ	Станок токарный 16К20Т1 Резец Т15К6
020	Резьбонарезная с ЧПУ	Станок токарный 16К20Т1
025	Вертикально-фрезерная с ЧПУ	6Р13Ф3 Фрезы концевые Ø 16,18
030	Термическая	Камерная печь
035	Круглошлифовальная	Станок 3Т161Е Круг шлифовальный
040	Контрольная	

Точность обработки детали

Точность обработки детали представлена в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Точность обработки детали вал

№операции	Наименование операции	Стадия	Квалитет точности	
			Диаметральных размеров	Продольных размеров
000	Заготовительная	-	14	14
005	Фрезерно-центровочная	-	11	11
010	Токарная с ЧПУ	черновая	8	8
015	Токарная с ЧПУ	чистовая	8	8
020	Резьбонарезная с ЧПУ	чистовая	8	-
025	Вертикально-фрезерная с ЧПУ	чистовая	8	-
030	Термическая	-	-	-
035	Круглошлифовальная	чистовая	6	6
040	Контрольная			

Схема технологического маршрута обработки заготовки детали

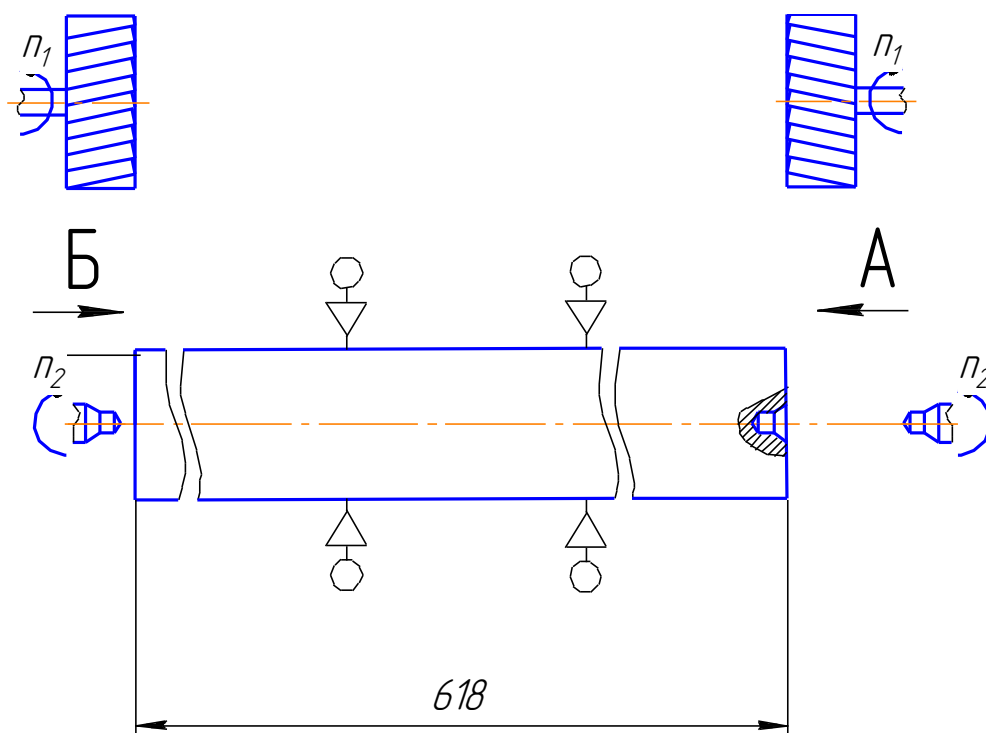
Схема технологического маршрута обработки заготовки детали представлена в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Схема технологического маршрута обработки заготовки детали

000
Заготовительная (отрезная)

Резать заготовку в размер (75x618). Круглопильный автомат 8Б672.
005
Фрезерно-центровочная

Продолжение таблицы 3.5



Фрезеровать торцы, сверлить центровые отверстия

Станок МР77 , фреза торцовая $\varnothing 100$

Резец Т15К6, сверло центровочное $\varnothing 6,3$ Р18

010

Токарная черновая с ЧПУ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

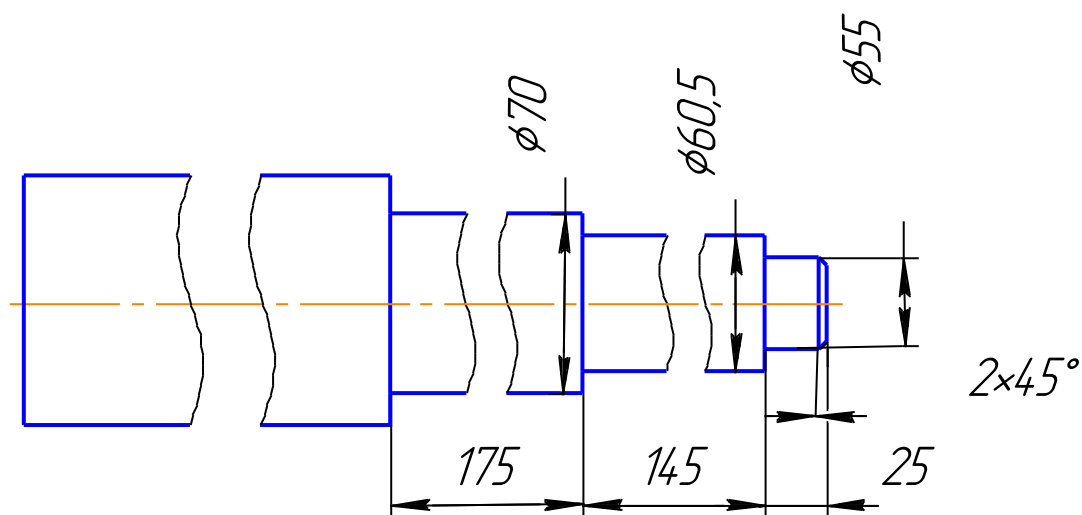
23.05.01.2017.242.00 ПЗ

Лист

64

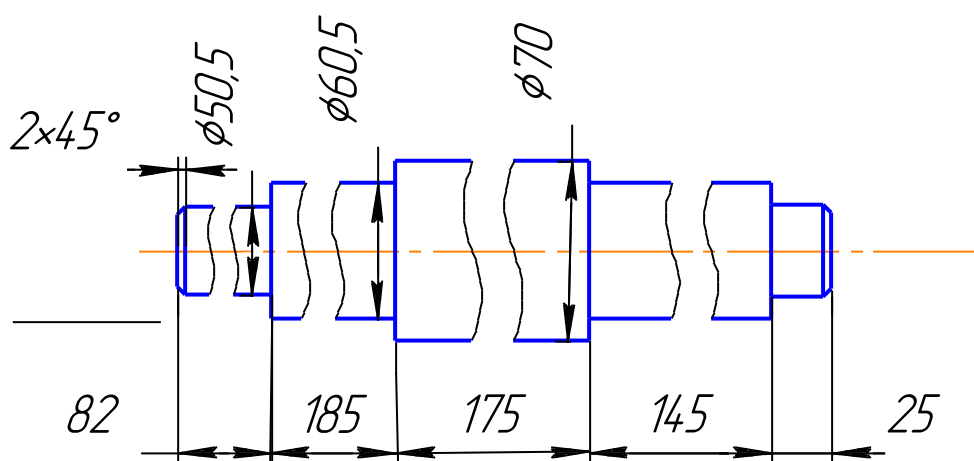
Продолжение таблицы 3.5

Установ 1



Точить поверхность $\phi 70$, точить поверхность $\phi 60,5$, точить поверхность $\phi 55$, точить $2 \times 45^\circ$ с подрезкой торца. Токарный станок с ЧПУ 16К20Т1. Резец Т15К6 проходной.

Установ 2



Точить поверхность $\phi 70$, точить поверхность $\phi 60,5$, точить поверхность $\phi 50,5$, точить $2 \times 45^\circ$ с подрезкой торца. Токарный станок с ЧПУ 16К20Т1. Резец Т15К6 проходной.

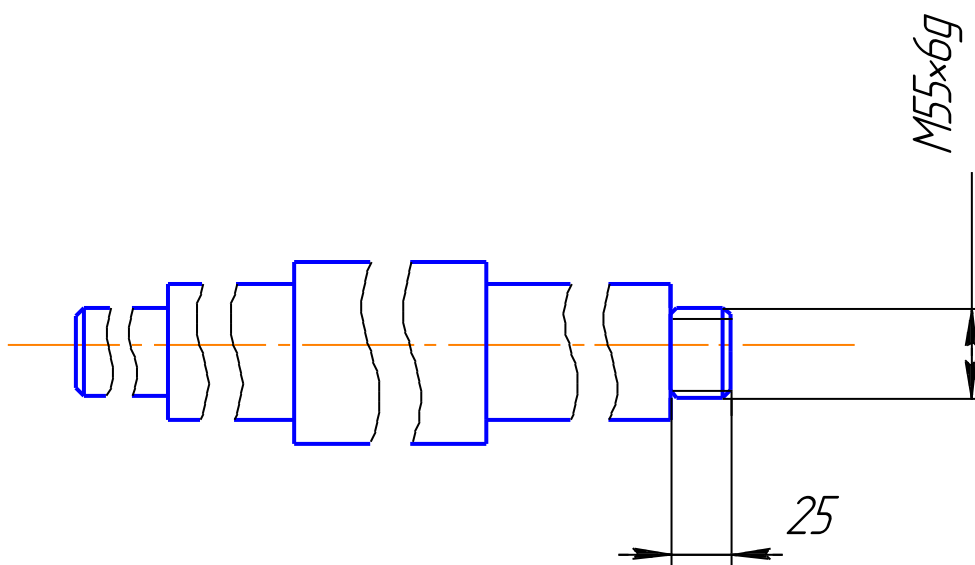
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.242.00 ПЗ

Лист

65

Продолжение таблицы 3.5

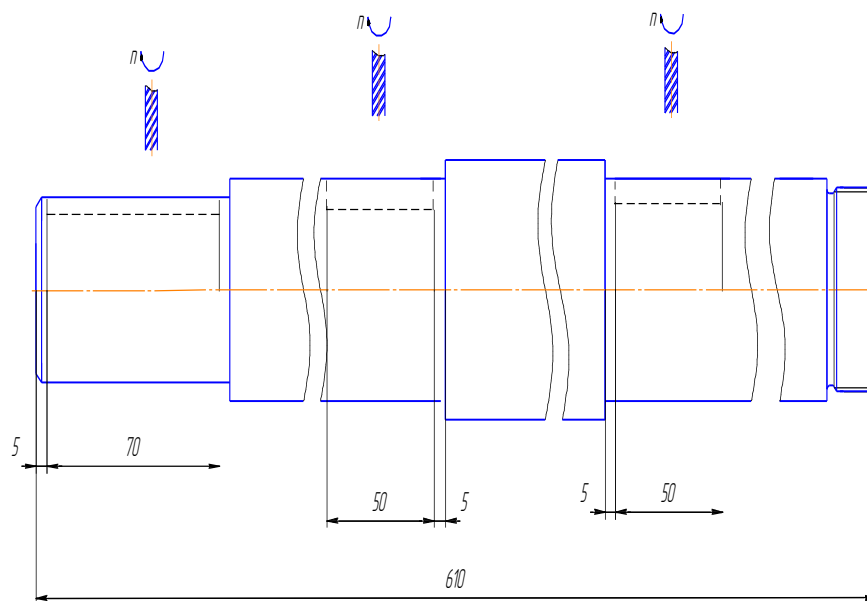


Выполнить нарезку резьбы M55x6g, длиной 25 мм. Станок токарный 16К20Т1.Резец резьбонарезной.

025

Вертикально-фрезерная с ЧПУ

Продолжение таблицы 3.5



Фрезеровать шпоночный паз 16P9, фрезеровать шпоночный паз 18P9,
фрезеровать шпоночный паз 18P9

Станок 6P13Ф3 с ЧПУ, фрезы шпоночные $\phi 16$, $\phi 18$

030

Термическая

Термообработка до HRC 28...35

										Лист
										68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.242.00 ПЗ					

Рассчитываемые режимы подбираются под инструмент с оптимальным соотношением его геометрических характеристик. Для назначения режима резания необходимо учитывать множество факторов, главные из которых: тип механической операции, требуемое качество обработки, физико-механические свойства материала обрабатываемой детали. На указанном этапе дипломной работы выполним расчет режимов резания для операций изготовления вала.

000 Заготовительная (отрезная) с ЧПУ

Отрезка заготовки производится на круглопильном автомате 8Б672, сегментной пилой $D=710$, $z=144$, сталь Р6М5.

Проводим расчет:

1) Определение длины рабочего хода суппорта станка:

$$L_{рх} = L_{рез} + y + L_{доп} \quad (3.1)$$

где $L_{р.х.}$ – длина рабочего хода, мм,

y – подвод, врезание и перебег инструмента, мм,

$L_{доп.}$ – дополнительная длина хода, мм,

$L_{рез}$ – длина резания, мм,

$$L_{рх} = 75 + 25 + 0 = 100 \text{ мм}$$

2) Назначение подачи на зуб пилы по нормативам: $S_z = 0,007$ мм/об.

3) Расчет скорости резания, оборотов шпинделя, минутной подачи:

а) назначаем число оборотов пилы по паспорту станка: $n = 75$ об/мин,

б) расчет минутной подачи:

$$S_M = S_z \cdot z_y \cdot n = 0,007 \cdot 144 \cdot 75 = 75,6 \frac{\text{мм}}{\text{мин}} \quad (3.2)$$

										Лист
										70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.242.00 ПЗ					

где $z_{я} = 144$ – число зубьев сегментной пилы, шт,

S_m – минутная подача, мм/мин.

4) Расчет основного машинного времени t_m , мин:

$$t_m = \frac{L_{p.x.}}{s_m} = \frac{100}{75,6} = 1,4 \text{ мин} \quad (3.3)$$

005 Фрезерно-центровочная

1. Фрезерование торцов вала с двух сторон.

Оборудование: фрезерно-центровальный полуавтомат МР-77.

Режущий инструмент: фреза торцевая Т15К6 ГОСТ 9473-80, D=100 мм, z=10.

Сверло центровочное Т15К6 ГОСТ 14952-75, d=6,3 мм.

1) Определение длины рабочего хода суппорта станка по формуле (3.1):

$$L_{p.x} = 3 + 3 + 3 = 9 \text{ мм}$$

2) Назначение подачи на зуб фрезы, определение рекомендуемой подачи по нормативам: руководствуясь рекомендациями, выбираем: $S_z = 0,15$ мм/об.

3) Расчет скорости резания v , мм/мин и оборотов n , об/мин шпинделя,

а) задаем рекомендуемую скорость резания по нормативам:

$$v = 50 \text{ м/мин.}$$

б) рассчитываем рекомендуемые числа оборотов шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}, \quad (3.4)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 100} = 159 \text{ об/мин}$$

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

в) уточняем числа оборотов шпинделя по паспорту станка: $n = 125$ об/мин.

4) Расчет основного машинного времени обработки t_m , мин:

$$t_m = \frac{L_{p.x.}}{S_m n}, \quad (3.5)$$

где S_m – минутная подача, мм/мин,

$$t_m = \frac{9}{0,15 \cdot 10 \cdot 125} = 0,05 \text{ мин.}$$

2. Сверление центрального отверстия $d=6,3$ мм, $l=14$ мм

1) Определение длины рабочего хода суппорта станка по формуле (3.1):

$$L_{px} = 14 + 3 = 17 \text{ мм}$$

При сверлении отверстий глубиной подачу определяют по справочным данным. Значение подачи для сверла ϕ 6,3 мм руководствуясь рекомендациями, выбираем: $S_z = 0,25$ мм/об.

3) Расчет скорости резания v , м/мин и оборотов n

а) задаем рекомендуемую скорость резания :

$$v = 15 \text{ м/мин.}$$

б) рассчитываем рекомендуемые числа оборотов шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot 15}{3,14 \cdot 6,3} = 758 \text{ об/мин,}$$

в) уточняем числа оборотов шпинделя по паспорту станка: $n = 725$ об/мин.

4) Расчет основного машинного времени обработки t_m , мин:

$$t_m = \frac{17}{0,25 \cdot 725} = 0,1 \text{ мин}$$

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

010 Токарная черновая с ЧПУ

В процессе обработки выполняются следующие переходы: Точить $\phi 70$, точить $\phi 60,5$, точить $\phi 55$, точить $2 \times 45^\circ$ с подрезкой торца. Применяется станок токарный с ЧПУ 16K20T1. Материал детали сталь 45 ГОСТ 4543-73.

Установ 1: Резец 2100-0551 ГОСТ 18869-73. Переход $\phi 70$.

Используя указанные выше зависимости, определяем значения тех же параметров на переходе:

Определение длины рабочего хода суппорта станка по формуле (3.1):

$$L_{px} = 2,5 + 345 = 347,5 \text{ мм}$$

2) Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя: S_0 об/мин, определение рекомендуемой подачи по нормативам: руководствуясь рекомендациями, выбираем: $S = 0,7$ мм/об.

3) Расчет скорости резания v , мм/мин и оборотов n , об/мин шпинделя,

а) задаем рекомендуемую скорость резания: $v = 80$ м/мин.

б) рассчитываем рекомендуемые числа оборотов шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 75} = 339,7 \text{ об/мин,}$$

в) уточняем числа оборотов шпинделя по паспорту станка: $n = 315$ об/мин.

4) Расчет основного машинного времени обработки t_m , мин:

$$t_m = \frac{347,5}{0,7 \cdot 315} = 1,58 \text{ мин.}$$

Переход $\phi 60,5$. Количество проходов $i=2$

$$L_{px} = 2,5 + 170 = 172,5 \text{ мм}$$

$$t_m = \frac{172,5 \cdot 2}{0,7 \cdot 315} = 1,56 \text{ мин}$$

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Переход $\phi 55$.

$$L_{px} = 2,5 + 25 = 27,5 \text{ мм}$$

$$t_m = \frac{27,5}{0,7 \cdot 315} = 0,12 \text{ мин}$$

Установ 2. Резец 2100-0551 ГОСТ 18869-73. Переход $\phi 70$.

1) Определение длины рабочего хода суппорта станка по формуле (3.1):

$$L = 2,5 + 267 = 269,5 \text{ мм}$$

2) Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя: S об/мин, определение рекомендуемой подачи, выбираем: $S = 0,7$ мм/об.

3) Расчет скорости резания V , мм/мин и оборотов n , об/мин шпинделя,

а) задаем рекомендуемую скорость резания по нормативам:

$$v = 80 \text{ м/мин.}$$

б) рассчитываем рекомендуемые числа оборотов шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 75} = 339,7 \text{ об/мин,}$$

в) уточняем числа оборотов шпинделя по паспорту станка: $n = 315$ об/мин.

4) Расчет основного машинного времени обработки t_m , мин:

$$t_m = \frac{269,5}{0,7 \cdot 315} = 1,22 \text{ мин}$$

Переход $\phi 60,5$. Количество проходов $i=2$

$$L_{px} = 2,5 + 267 = 269,5 \text{ мм}$$

$$t_m = \frac{L_{p.x.} \cdot i}{S \cdot n} \text{ мин}$$

(3.6)

$$t_m = \frac{269,5 \cdot 2}{0,7 \cdot 315} = 2,4 \text{ мин}$$

Переход $\phi 50,5$. Количество проходов $i=2$

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

$$L_{px} = 2,5 + 82 = 84,5 \text{ мм}$$

$$t_m = \frac{84,5 \cdot 2}{0,7 \cdot 315} = 0,77 \text{ мин}$$

015 Токарная чистовая с ЧПУ

В процессе обработки выполняются следующие переходы: Точить $\phi 60,1$, точить $\phi 50,1$, точить $\phi 60,1$. Применяется станок токарный с ЧПУ 16К20Т1. Материал детали сталь 45 ГОСТ 4543-73.

Переход $\phi 60,1$. Резец 2100-0551 ГОСТ 18869-73.

1) Определение длины рабочего хода суппорта станка по формуле (3.1):

$$L_{px} = 185 + 0 = 185 \text{ мм}$$

2) Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя: S_0 об/мин, определение рекомендуемой подачи по нормативам: руководствуясь рекомендациями, выбираем: $S = 0,3$ мм/об.

3) Расчет скорости резания V , мм/мин и оборотов n , об/мин шпинделя,

а) задаем скорость резания: $V = 80$ м/мин.

б) рассчитываем рекомендуемые числа оборотов шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 60,5} = 421 \text{ об/мин,}$$

в) уточняем числа оборотов шпинделя по паспорту станка: $n = 400$ об/мин.

4) Расчет основного машинного времени обработки t_m , мин:

$$t_m = \frac{185}{0,3 \cdot 400} = 1,5 \text{ мин.}$$

Переход $\phi 50,1$.

$$L_{px} = 82 + 0 = 82 \text{ мм}$$

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

$$t_m = \frac{82}{0,3 \cdot 400} = 0,68 \text{ мин}$$

020 Резьбонарезная с ЧПУ

Операция выполняется на станке с ЧПУ 16K20T1, резец резьбонарезной.

D – диаметр резьбы M55

Длина рабочего хода по формуле (3.1):

$$L_{px} = 25 + 2 = 27 \text{ мм}$$

2) Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя $S_z = 0,6$ мм/об.

3) Расчет скорости резания V , м/мин и оборотов n , об/мин шпинделя,

а) задаем рекомендуемую скорость резания: $V = 20$ м/мин.

б) расчет числа оборотов n :

$$n = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 55} = 115,8 \text{ об/мин}$$

в) уточняем числа оборотов по паспорту станка: $n = 100$ об/мин.

4) Расчет основного машинного времени t_m , мин:

$$t_m = \frac{25 + 2}{100 \cdot 0,6} = 0,45 \text{ мин,}$$

025 Вертикально-фрезерная ЧПУ

Операция выполняется на вертикально-сверлильном станке 6P13Ф3 с ЧПУ, фрезы концевые $\phi 16$, $\phi 18$

Фрезерование шпоночного паза $\phi 16$.

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

1) Длина рабочего хода по формуле (3.1) :

$$L_{px} = 6 + 70 = 76 \text{ мм}$$

2) Назначение подачи фрезы на один зуб $S_z = 0,18$ мм/зуб

3) Расчет скорости резания v , мм/мин и оборотов n , об/мин

а) задаем скорость резания $v = 2,5$ м/мин

б) расчет числа оборотов сверла:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (3.9)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 2,5}{3,14 \cdot 16} = 49,7 \text{ об/мин}$$

в) уточняем числа оборотов фрезы по паспорту станка: $n = 40$ об/мин.

4) Расчет основного машинного времени t_m , мин:

$$t_m = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot S_z \cdot Z} \quad (3.10)$$

где S_z - подача на один зуб, $S_z = 0,18$ мм/зуб

z – число зубьев фрезы, $z = 2$

$$t_m = \frac{76}{40 \cdot 0,18 \cdot 2} = 5,2 \text{ мин}$$

Фрезерование шпоночного паза $\phi 18$:

1) Длина рабочего хода по формуле (3.1):

$$L_{px} = 7 + 50 = 57 \text{ мм}$$

2) Назначение подачи фрезы на один зуб $S_z = 0,18$ мм/зуб.

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

3) Расчет скорости резания V , мм/мин и оборотов n , об/мин.

а) задаем скорость резания $V = 2,5$ м/мин.

б) расчет числа оборотов сверла:

$$n = \frac{1000 \cdot 2,5}{3,14 \cdot 18} = 44,2 \text{ об/мин,}$$

в) уточняем числа оборотов фрезы по паспорту станка: $n = 40$ об/мин.

4) Расчет основного машинного времени t_m , мин:

$$t_m = \frac{76}{40 \cdot 0,18 \cdot 2} = 5,2 \text{ мин}$$

3.5 Выводы по технологическому разделу

В данном разделе был составлен план по разработке и выполнению детали вал в мелкосерийном производстве. Для создания вала использовались станки с числовым управлением, что даёт большую скорость производства и наибольшую точность, чем при использовании механических станков с ручным управлением.

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

4ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Основной задачей, решаемой в выпускной квалификационной работе, является определение технико-экономической рентабельности предлагаемой формовочной установки для производства строительного кирпича [26,27].

В расчете приняты следующие обозначения:

- показатель с индексом «УФ»- вариант аналогичной установки использующий гидропривод пресса,
- показатель с индексом «П»- проектируемый вариант.

4.1 Оценка перспективности и конкурентоспособности проектируемого пресса

Прогрессивность проектируемой машины определяется коэффициентом (критерием): k_1 – критерий технического уровня. Критерий технического уровня представляет собой отношение суммы относительных величин ранжированных параметров, исчисленных по отношению к соответствующим параметрам создаваемых образцов собственного производства, к приведенному числу параметров:

$$k_1 = \frac{\sum_{i=1}^m K_{n_i} \cdot N_i}{\sum_{i=1}^m N_i}, \quad (4.1)$$

где $K_{n_i} = \frac{B}{B_0}$ – коэффициент технической эквивалентности,

B – рациональный частный или редуцированный нерациональный параметр проектируемой конструкции,

B_0 – рациональный частный или редуцированный нерациональный параметр базовой или модернизируемой машины,

									Лист
									79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

N_i – коэффициент весомости частного параметра, расположенного в ранжированной последовательности параметров,

m – количество рассматриваемых параметров ($m = 5$).

1 Производительность формовочных устройств, шт:

$$K_{n_i} = \frac{B}{B_0} = \frac{500}{400} = 1,25$$

2 Влажность сырца (брус),%:

$$K_{n_i} = \frac{B}{B_0} = \frac{10}{10} = 1$$

3 Прочность сырца, %:

$$K_{n_i} = \frac{B}{B_0} = \frac{125}{100} = 1,25.$$

4 Металлоёмкость конструкции пресса, кг:

$$K_{n_i} = \frac{B}{B_0} = \frac{3830}{500} = 7,7$$

5 Мощность пресса, кВт:

$$K_{n_i} = \frac{B}{B_0} = \frac{18,8}{2,5} = 7,5$$

Коэффициент весомости частного параметра определяется по формуле:

$$N_i = \frac{i}{2^{i-1}}, \quad (4.2)$$

где i – номер рассматриваемого параметра.

Результаты расчетов N_i приведены в таблице 4.1.

									Лист
									80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

23.05.01.2017.242.00 ПЗ

Продолжение таблицы 4.3

Стоимость конечного продукта	0,15	5 бал.	4 бал.	0,8	0,12
Экологичность	0,1	5 бал.	5 бал.	1	0,1

При оценке параметров: прочность сырца, стоимость конечного продукта и экологичность – была применена пятибалльная шкала.

Суммарная значимость параметров базового пресса составила:

$$\sum_{i=1}^n R_i = 0,2 + 0,1 + 0,15 + 0,15 + 0,15 + 0,15 + 0,1 = 1,00.$$

Суммарный взвешенный индекс качества нового пресса равен:

$$\sum_{i=1}^n K_i \cdot R_i = 1,5 + 0,1 + 1,1 + 0,18 + 0,18 + 0,12 + 0,1 = 3,19$$

Вывод: Сравнивая прессы индексным методом, приходим к выводу, что новый пресс превосходит базовый по своим потребительским свойствам.

4.3 Оценка коммерческой состоятельности выпускной квалификационной работы

Экономический эффект от новой техники

Экономический эффект от новой техники может быть рассчитан от снижения ее себестоимости, от изменения расходов на ее эксплуатации, от увеличения срока службы.

В общем случае, капитальные вложения (инвестиции) в строительство и организацию работ ($K_{\text{сум}}$) по выпуску новой продукции включают в себя:

$$K_{\text{сум}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{сопр}} + K_{\text{НИОКР}} \quad (4.4)$$

где $K_{пр}$ – прямые капитальные вложения, руб,

$K_{об}$ – минимально необходимые оборотные средства, руб,

$K_{сопр}$ – сопряженные капитальные вложения, руб,

$K_{НИОКР}$ – капитальные вложения в НИОКР, руб.

$$K_{сум} = 1500000 + 3000000 = 4500000 \text{ руб.}$$

В работе рассматриваются капиталобразующие инвестиции, при этом, как правило, учитываются только прямые капитальные вложения ($K_{пр}$), которые численно равны вложениям в основные производственные фонды:

$$K_{пр} = 0,9 \cdot C_{пол} \cdot A_{г}, \quad (4.5)$$

где $C_{пол}$ – полная себестоимость продукции, руб,

$A_{г}$ – количество выпущенной продукции в год, шт./год.

$$K_{пр} = 0,5 \cdot C_{пол} \cdot A_{г} = 0,5 \cdot 3 \cdot 1000000 = 1500000 \text{ руб.}$$

$$K_{об} + K_{сопр} + K_{НИОКР} = (2...5) \cdot K_{пр} \quad (4.6)$$

$$K_{об} + K_{сопр} + K_{НИОКР} = 2 \cdot 1500000 = 3000000 \text{ руб.}$$

Оценка эффективности инвестиций

Простая норма прибыли (ПНП) – это гарантированный уровень доходности, сложившийся на рынке капиталов. При этом средняя за период жизни проекта, расчетная (чистая) прибыль P_p сопоставляется со средними инвестициями в проект $K_{сум}$:

$$ПНП = \frac{P_p}{K_{сум}} \quad (4.7)$$

$$ПНП = \frac{1750000}{4500000} = 0,39$$

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

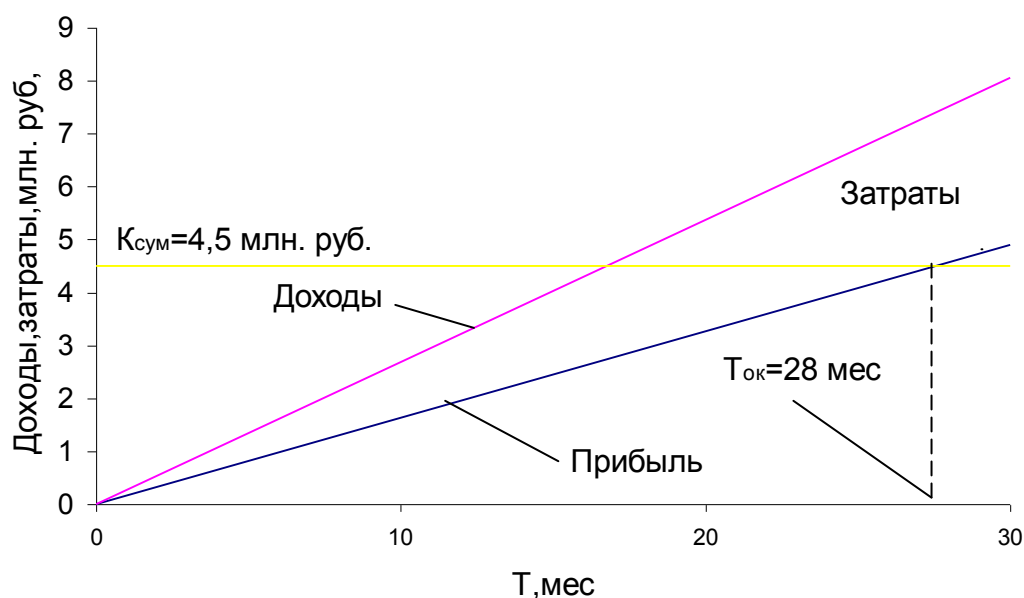


Рисунок 4.1 – График денежных потоков (CashFlow – Кэш Фло)

В дипломной работе определяется срок окупаемости без учета дисконтирования результатов и затрат. Точка безубыточности проекта показывает критический объем производства ($A_{кр}$), при котором прибыль становится нулевой, так как выручка от реализации совпадает с издержками производства. Аналитически точку безубыточности проекта определяют по формуле:

$$A_{кр} = \frac{B}{C_{отп} - a} = \frac{1487500}{3} = 495833 \text{ руб.}, \quad (4.10)$$

где B – условно-постоянные издержки на весь выпуск, руб/год,

$C_{отп}$ – отпускная цена предприятия, руб/шт.,

a – условно-переменные издержки на единицу продукции, руб./шт.

Графически «точка безубыточности» рассчитывается по формулам, учитывающим зависимость объемов реализации (V_p) и общих издержек от объемов выпуска и реализации (C):

$$V_p = C_{отп} \cdot A_r = 5,5 \cdot 1000000 = 5500000 \text{ руб.},$$

$$C = a \cdot A_r + B = 2,5 \cdot 1000000 + 1487500 = 3987500 \text{ руб.}$$

Прямая, служащая графиком линейной функции, образует с (положительно направленной) осью абсцисс угол, тангенс которого равен «а – угловой коэффициент», и отсекает на оси ординат отрезок «В». Графической иллюстрацией определения точки безубыточности и уравнений, служит рисунок 4.2.

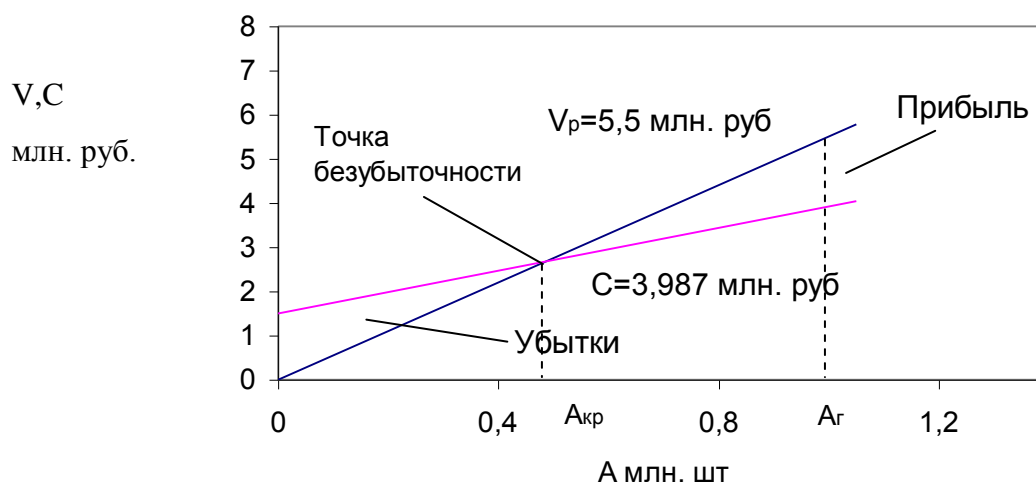


Рисунок 4.2 – Анализ безубыточности производства

В таблицу 4.4 приведём расчёты валовой маржи и порога рентабельности.

Таблица 4.4 – Схема расчета валовой маржи и порога рентабельности (точка безубыточности)

Наименование показателя	Сумма		Структура к цене, %
	на 1 кирпич, руб.	на программу, млн. руб.	
Выручка от реализации	$\Pi_{отп} = 5,5$	$V_p = \Pi_{отп} A_{г} = 5,5$	100

Продолжение таблицы 4.4

Переменные издержки	$a = 2,5$	$a A_r = 2,5$	45
Маржинальная прибыль	$\Pi_{м.д} = v + \Pi_{б.д} = 3$	$\Pi_m = V_p - a A_r = 3$	55
Постоянные издержки	$v = 1,5$	$V = 1,5$	27
Прибыль	$\Pi_{б.д} = \Pi_{м.д} - v = 1,5$	$\Pi_{б} = \Pi_m - V = 1,5$	27

Для оценки рассчитанного значения $A_{кр}$ и фактической программой выпуска деталей A_r следует определить «относительный запас прочности», по формуле:

$$\delta = \frac{A_z - A_{кр}}{A_z} 100\% = \frac{1000000 - 495833}{1000000} 100\% = 50\%. \quad (4.10)$$

«Запас прочности» показывает, на сколько процентов можно снизить объем производства и реализации продукции без угрозы его финансового положения.

Дисконтирование оценки инвестиционного проекта

$$\begin{aligned} ЧДД &= (\Pi_p + \Phi_{амор}) \sum_{t=0}^4 \frac{1}{(1+E)^t} - K_{сум} = (\Pi_p + \Phi_{амор}) \cdot \\ &\cdot \sum_{t=0}^4 (0,89 + 0,80 + 0,71 + 0,64) - K_{сум} \end{aligned} \quad (4.11)$$

$$\text{ЧДД} = (1750000 + 250000) \cdot 3,04 - 4500000 = 1580000 \text{ руб}$$

В таблице 4.5 сводим табулированные значения доходов.

Таблица 4.5 – Табулированные значения доходов

Год	Поток	Расчет 1		Расчет 2	
		$E_1=10$	PV	$E_2=20$	PV
0	-4,5	1,000	-4,5	1,000	-4,5
1	2	0,909	1,818	0,833	1,66
2	2	0,826	1,652	0,694	1,388
3	2	0,751	1,502	0,579	1,158
Итого			0,472		- 0,294

$$\text{ВНД} = E_1 + \frac{\text{ЧДД}_1}{\text{ЧДД}_1 - \text{ЧДД}_2} (E_2 - E_1) \quad (4.12)$$

$$\text{ВНД} = 10 + \frac{0,472}{0,472 - (-0,294)} (20 - 10) = 16\%$$

защиту рабочего персонала и при аварии отключение оборудования, своевременная ликвидация отходов производства, являющихся источниками опасности[31-33].

Требования безопасности к производственному процессу изложены в технологической документации. Помещения для производственных целей и внутреннее обустройство должны соответствовать требованиям строительных норм и правил, а площади, на которых выполняются работы вне помещений, подлежат требованиям правил, утвержденных государственными органами контроля. Уровень вредных факторов при производстве и на рабочих местах не превышает величин, определяемых нормами, согласованными в установленном порядке.

Территория предприятия и расположенные на ее площади строения соответствуют технологическому процессу производства и нормам «Санитарных норм проектирования промышленных предприятий» и «Противопожарным нормам строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест». Территория предприятия спланирована. Имеет ровную площадь. Канавы и другие углубления на предприятии ограждаются. В темное время суток на всей территории предприятия включается искусственное освещение для обеспечения безопасности движения по предприятию.

Проезды внутри зданий имеют обозначенные размеры. Проемы для транспортировки грузов соответствуют габаритным размерам применяющихся транспортных средств. Для прохода людей на территорию производства в непосредственной близости к воротам установлены двери. Ворота для въезда на территорию предприятия и выезда из неё открываются внутрь, а ворота рабочих зданий открываются наружу.

Стены помещения производственного цеха по мере запыления моются работниками хозяйственной службы. Стекла цеха на окнах очищаются от грязи и пыли, а в холодное время года оконные проемы утепляются.

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

Все рабочие места в цеху оборудованы необходимыми стеллажами для хранения приспособлений и инструментов. Для обеспечения безопасных условий труда расположение оборудования в цехе должно соответствовать требованиям техники безопасности. В цеху вывешены правила поведения рабочих и обслуживающего персонала, требования техники безопасности при работе на станках. В производственном цехе предусмотрена вытяжная вентиляция, которая уменьшает содержание пыли и вредных веществ на рабочем месте.

На предприятии каждый рабочий обеспечивается спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты. Всем рабочим, которые контактируют с виброинструментом, выдаются рукавицы из вибропоглощающих материалов, допущенных к использованию соответствующими органами.

Помещения предприятия оборудованы отоплением и вентиляцией. Задачей вентиляции является обеспечение чистоты воздуха и заданных метеорологических условий в зданиях. Вентиляция достигается удалением загрязненного воздуха из помещений и подачей в него чистого воздуха. Все здания по производству строительных материалов снабжены центральным отоплением. Система отопления регулирует степень нагрева помещения.

5.2 Опасные и вредные производственные факторы

Основными вредными факторами на заводе по производству строительно-облицовочных материалов являются: запыленность воздуха, вибрация, шум. Главными источниками пылеобразования на заводе являются такие производственные процессы как дробление сырья, транспортировка сырья конвейерными лентами, приготовление смеси, прессование на прессах, декоративная обработка кирпича и резка кирпича на плитку, работа автотранспорта, работа на станках. Допустимый уровень шума 80 дБА [34].

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

5.3 Техника безопасности

Обеспечение безопасности труда – необходимое условие любого технологического процесса. Это особенно важно при производстве керамического кирпича, где применяется разнообразное механическое, гидравлическое и электрическое оборудование, а технологические процессы сопровождаются образованием пыли, выделением значительного количества тепла, шума и вибраций, оказывающих вредное воздействие на организм человека.

Безопасность веществ

В процессе прессования кирпича практически не выделяется вредных веществ, за исключением пыли, поэтому важно иметь непосредственно на рабочем месте вентиляцию с постоянным удалением запылённого воздуха и подачей свежего воздуха. При завышенном содержании в воздухе пыли у оператора пресса могут развиваться воспалительные процессы дыхательных путей. Во избежание попадания пыли в жизненно важные органы рекомендуется оператору надевать защитные очки и маску[36].

Безопасность технологических процессов

В процессе прессования кирпича предусмотрена система контроля и управления технологическим процессом, обеспечивающая защиту рабочих и аварийное отключение производственного оборудования, соответствующего требованиям ГОСТ 12.2.003-83. Производственные помещения и производственные площади, на которых выполняется работа, соответствуют требованиям действующих строительных норм и правил.

Размещение оборудования и коммуникаций в помещении не создают опасных производственных факторов. Рабочие места по показателю

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

освещенности соответствуют нормам. В цехе используется как естественное, так и искусственное освещение. Все погрузочно-разгрузочные работы и процессы перемещения грузов выполняется в соответствии с ГОСТ 12.3.020-80 [37].

Для обеспечения безопасных условий труда оператора пресса, пульт управления располагается в специальной будке. Рабочее место оператора защищено прозрачным вибро и пылезащитным экраном.

Для защиты от отлетающей глиняной смеси нагнетательное устройство пресса ограждено специальным кожухом. Для защиты персонала от случайного попадания в подвижные части пресса, вокруг него установлена специальная ограда. Защитная система управления прессом сконструирована таким образом, что при нахождении человека в пределах специальной оградки без преднамеренного подтверждения его появления на пульте управления автоматически включается. В качестве защитной системы приняты встроенные в пол весы вокруг пресса.

Для проведения наладочных и ремонтных работ конструкция пресса предусматривает возможность отключения защитного устройства. Расположение элементов отключения защитного устройства исключает доступ к ним посторонних лиц. Пресс снабжён специальными зацепами и петлями для более безопасного демонтажа и монтажа при ремонте наиболее тяжёлых его узлов и деталей.

Безопасность оборудования

Конструкция пресса обеспечивает доступ персонала для обслуживания при эксплуатации и безопасную смену наиболее изнашиваемых деталей. В системе электропривода предусмотрен непрерывный контроль изоляции силовых и оперативных цепей.

Пресс для производства кирпича обеспечивает уровень звукового давления, не превышающий норм, установленных ГОСТ 12.1.003, СН 2.2.4/2.1.8-

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

562-96. Вибрация на рабочих местах не выше установленных норм ГОСТ 12.1.012, СН 2.2.4/2.1.8-566-96.

Электробезопасность

Весь технологический процесс изготовления поковок базируется на использовании электроэнергии. Эксплуатация устройств и приборов, потребляющих электроэнергию, соответствует требованиям ПУЭ и ПТЭ. Управление прессом осуществляется дистанционно с заземленного пульта управления. Открытые части электроустановки, находящихся под напряжением и доступные для прямого контактирования, ограждены в соответствии с ПУЭ, ПТБ и ПТЭ.

Металлическое оборудование, находящееся под напряжением, заземлено. На всех приводах участка для предупреждения случайного запуска применяется блокировочная система[38, 39].

5.4 Промышленная санитария

Освещенность

Освещенность нормируется по СНиП 23-05-95[40]. Характер зрительной работы оператора – средней точности.

На прессе предусмотрено аварийное освещение, обеспечивающее не менее 10 процентов нормального освещения. Для обеспечения ремонта и технического обслуживания на участке предусмотрены переносные источники освещения 12 – 36 В [41].

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

Защита от пыли

Во время работы пресса выделяется большое количество пыли, при больших концентрациях пагубно влияющих на дыхательные пути и организм в целом. Для участка прессования кирпича допустимый уровень концентрации 6 мг/м³. Класс условий труда и степень опасности 4 в соответствии с ГН 2.2.5.1313-03. Для проветривания помещения используется вентиляция.

Микроклимат

В таблице 5.2 приведены показатели микроклимата согласно нормам «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [42]. К этой категории относятся работы, связанные с движением, перемещением тяжестей и сопровождающимися умеренными физическими нагрузками. Значения температуры не должны выходить за пределы величин, указанных в таблице 5.2.

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

Таблица 5.2 – Показатели микроклимата на рабочем месте согласно СанПин 2.2.548-96

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	Температура поверхности, °С
Оптимальная величина					
Холодный		15-17	60-40	0,2	16-20
Теплый		19-22	60-40	0,2	18-25
Допустимые величины					
Холодный	Па(175 ÷ 232)	17-23	15-75	0,1-0,3	16-24
Теплый	Па(175 ÷ 232)	18-27	15-75	0,1-0,3	17-28

Шум и вибрация

На участке прессования кирпича уровень шума достигает 70 дБА, что является допустимым по ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ[43]. В таблице 5.3 представлен предельно допустимый уровень звукового давления для участка прессования кирпича.

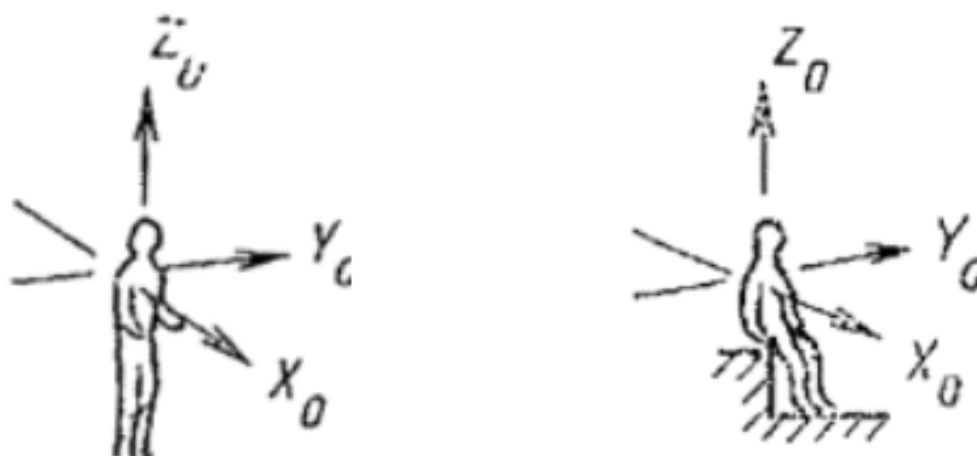
Таблица 5.3 – Предельно допустимый уровень звукового давления для участка прессования кирпича

Вид деятельности	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах, Гц									Уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Работа, выполняемая часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному графику с инструкцией; диспетчерская работа.	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

Для обеспечения нормальных санитарно-технических условий работы важное значение также имеет снижение вибрации за счет уменьшения колебаний пола, возникающих при работе пресса[44,45]. Это достигается при помощи

											Лист
											100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.242.00 ПЗ						

специального виброизоляционного фундамента. На рисунке 5.1 показаны направления координатных осей при действии общей вибрации в положении стоя и сидя.



Положение стоя

Положение сидя

Рисунок 5.1 – Направление координатных осей при действии вибрации

Нагрузка на оператора нормируется при каждом направлении действия вибрации. Для вибрации нормы нагрузки на оператора установлены для категорий вибрации и соответствующих им оценкам по таблице 5.4. Для категории вибрации с меньшим порядковым номером могут быть использованы нормы вибрации, установленные для категории с большим порядковым номером в соответствии с ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ[46].

Таблица 5.5 – Предельно допустимые значения вибраций рабочих мест категории 3 – технологической типа
 «3» согласно ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X_0, Y_0, Z_0						
	виброускорения			виброскорости			
	м/с ²		ДБ	м/с · 10 ⁻²		ДБ	
	1/3 окт	1/1окт	1/3 окт	1/1окт	1/3 окт	1/1окт	
1,6	0,25	0,40	108	112	2,50	114	
2,0	0,22	0,40	107	112	1,80	111	
2,5	0,20	0,40	106	112	1,30	108	
3,15	0,18	0,28	105	109	0,98	105	
4,0	0,16	0,28	104	109	0,63	102	
5,0	0,16	0,28	104	109	0,50	100	
6,3	0,16	0,28	104	109	0,40	98	
8,0	0,16	0,28	104	109	0,32	96	
10,0	0,20	0,56	106	115	0,32	96	
12,5	0,25	0,56	108	115	0,32	96	
16,0	0,32	0,56	110	115	0,32	96	
20,0	0,40	1,10	112	121	0,32	96	
25,0	0,50	1,10	114	121	0,32	96	
31,5	0,63	1,10	116	121	0,32	96	
40,0	0,79	2,20	118	127	0,32	96	
50,0	1,00	2,20	120	127	0,32	96	
63,0	1,30	2,20	122	127	0,32	96	
80,0	1,60	0,28	124	109	0,32	96	
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни							

задымление, понижение температуры и нейтрализацию вредных веществ, образующихся при горении на маршрутах эвакуации в течение времени, достаточного для вывода персонала из здания и его коллективную защиту и товарно-материальных ценностей. На каждом крупном объекте должна быть налажена система своевременного оповещения персонала и устройства сигнализации о начальной стадии пожара. Перечень необходимых средств для эффективности оповещения и устройства сигнализации на объектах согласовываются. В строительных зданиях необходимо предусмотреть технические системы и средства (лестничные клетки, лифты, наружные пожарные лестницы, аварийные люки), предусматривающие огнестойкость при пожаре и защиту конструкций по времени, необходимого для вывода людей из зданий и тушения пожара[49]. Для пожарного оборудования должны быть определены:

- скорость и интенсивность подачи пожаротушащих средств;
- допустимые огнетушащие компоненты (по требованиям экологии и совместимости с горящими веществами и материалами);
- оборудование для подачи огнетушащих средств для пожаротушения;
- расчетный запас специальных пожаротушащих средств;
- нужная скорость подачи пожаротушащих средств с помощью автотранспортных средств пожарных расчетов;
- необходимые требования к устойчивости от влияния опасных факторов пожара и их последствий;
- требования по техники безопасности.

5.6 Вывод по разделу безопасность жизнедеятельности

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

В данном разделе приведены основные вредные факторы при производстве строительного кирпича. Наиболее опасными для человека являются шум и пыль. Защитой от этих факторов будет служить специализированное ограждение, в котором находится пульт управления прессом. Ко всем вредным факторам приведены требования безопасности по соответствующим стандартам и санитарным нормам. При соблюдении этих требований, производство строительного камня на проектируемой установке является безопасным для человека и окружающей среды [50-52].

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выпускной квалификационной работы было рассмотрено существующее оборудование для производства строительного камня, а также показан технологический процесс его изготовления. Кратко изложены основные преимущества применения кирпича в строительстве.

В данной работе предложен вариант формовочной установки с пластинчатым конвейером для производства строительного камня. Данная установка спроектирована как альтернатива существующему гидропрессу УФ-1, произведённой фирмой «Стройпрогресс». Новый пресс позволит производить кирпич методом полусухого формования, что значительно уменьшит время его сушки, а также сократит энергозатраты.

В выпускной квалификационной работе проведены расчёты привода нагнетателя формовочной установки и механизма пластинчатого конвейера. Также в рамках проекта был разработан технологический процесс создания детали типа вал. В работе был выбран нужный материал и способ получения заготовки, разработан маршрут технологии, выбран инструмент для изготовления детали, рассчитаны режимы резания на заданные операции и схемы механической обработки.

Пояснительная записка отражает основные расчёты при проектировании новой установки для изготовления строительного камня. Кроме того, в пояснительной записке описаны мероприятия по вопросам безопасности жизнедеятельности, а также приведено экономическое обоснование разработки.

					23.05.01.2017.242.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

