

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

ФАКУЛЬТЕТ «МАШИНАСТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

КАФЕДРА «ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
РАБОТА**

**НА ТЕМУ: ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ ДВС «ШАТУН» ДЛЯ
ДВИГАТЕЛЯ МАРКИ SONS – 1.5**

**По направлению 5320200-«Технология машиностроения, оборудование и
автоматизация машиностроительных производств»**

Заведующий кафедрой _____ к.т.н. доц. Бердиев Д.М

Руководитель ВКР _____ к.т.н. доц. Тилабов Б.К

Студент группы 88-13 _____ Холматов З.А

Ташкент 2017

СОДЕРЖАНИЕ		
Введение		3
I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ		7
1.1. Конструкция шатуна		7
1.2. Стержень шатуна		11
1.3. Материалы для изготовления шатуны		13
1.4. Практические замечания		14
II. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ		18
2.1. Задачи и основные способы обработки давлением		18
2.2. Горячая объемная штамповка шатуна		19
2.3. Основным оборудованием для горячей объемной штамповки шатуна		24
2.4. Камерная универсальная печь для нагрева		27
III. РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ		35
3.1. Электрический расчет печи		35
3.2. Тепловой расчет печи		36
IV. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ		46
V. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ		53
VI. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ		65
Заключение		69
Использованная литература, интернет сайты		73

Выступление Президента Республики Узбекистана

Всем нам известно, что Узбекистан обладает богатыми природными ресурсами, мощным экономическим и человеческим потенциалом. Но все же самое большое наше богатство – это огромный интеллектуальный и духовный потенциал нашего народа. Мы хорошо знаем и высоко ценим заслуги нашей интеллигенции - деятелей науки и техники, в первую очередь наших уважаемых академиков и профессоров, представителей культуры, литературы, искусства и спорта – в создании и приумножении этого великого потенциала.

Всесторонняя поддержка научных изысканий и творческой деятельности этих самоотверженных людей, создание для них необходимых условий должно стать нашей первостепенной задачей. В этих целях правительством будут разработаны и приняты конкретные меры.

Сегодня жизнеутверждающий призыв «Наши дети должны быть сильнее, умнее, мудрее и, конечно же, счастливее нас!» занял прочное место в сознании и сердце каждого из нас, родителей и широкой общественности. В настоящее время молодежь в возрасте до 30 лет составляет 32 процента населения страны, или 10 миллионов человек. Все мы гордимся тем, что наша молодежь по праву становится решающей силой сегодняшнего и завтрашнего дня, способной взять на себя ответственность за будущее Родины.

Мы должны довести до логического завершения проводимую в этом направлении широкомасштабную работу, в частности, принятые общенациональные программы в сфере образования и воспитания.

В связи с этим важнейшая задача правительства, соответствующих министерств и ведомств, наших уважаемых наставников, профессоров и преподавателей - обеспечить молодежи качественное образование, воспитать ее физически здоровыми и духовно зрелыми личностями. Сама жизнь требует повысить уровень нашей работы, направленной на создание современных рабочих мест для наших юношей и девушек, что даст им возможность занять достойное место в обществе.

<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>Документ</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Лист</i>
					3

Мы неуклонно и решительно продолжим государственную молодежную политику. И не только продолжим, но и поднимем ее на еще более высокий уровень в соответствии с требованиями сегодняшнего дня.

Мы мобилизуем все силы и возможности нашего государства и общества для того, чтобы наша молодежь обладала самостоятельным мышлением, высоким интеллектуальным и духовным потенциалом, ни в одной сфере не уступала своим сверстникам из других стран, была счастлива и уверена в своем будущем.

<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>Документ</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Лист</i>
					4

Введение

Кузнечно-штамповочное производство предназначено для изготовления изделий, являющихся машиностроительными заготовками. Кузнечно-штамповочное производство уступает литейному производству в сложности конфигурации получаемых заготовок. Однако кованные и штампованные поковки отличаются высокими механическими свойствами, что обеспечивает надежность и долговечность изготавливаемых из них деталей. Поэтому наиболее ответственные, сильно нагруженные детали изготавливают из заготовок, полученных ковкой или штамповкой.

Среди множества способов получения заготовок обработкой давлением наибольшее распространение получили свободная ковка и горячая объёмная штамповка (ГОШ). Заготовки, полученные свободной ковкой, называют коваными поковками, а изготовленные объёмной штамповкой – штампованными поковками или штамповками. В дальнейшем изделия, полученные ГОШ, будем называть поковками.

Ковку обычно применяют в единичном и мелкосерийном производствах. Объёмная штамповка наиболее эффективна при серийном и массовом производстве поволок массой от нескольких граммов до 3 тонн, но чаще оказывается целесообразным изготовление поволок и штамповок массой 50...200 кг. ГОШ обеспечивает высокую точность заготовок и малый отход металла при окончательной механической обработке.

В зависимости от используемого оборудования различают объёмную штамповку на штамповочных паровоздушных молотах (ПМ), кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП), горизонтально ковочных машинах (ГКМ), гидравлических прессах (ГП) и т. д.

Выбор способа получения поковки зависит от пластичности материала и его сопротивления деформированию, конфигурации детали, степени ее сложности, массы, объема выпуска и условий работы детали. При низкой пластичности материала затруднительно получить качественную поковку, усложняется технологи-

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					5

ческий процесс, повышается себестоимость детали. Способ штамповки ориентировочно можно выбрать по сравнительным характеристикам различных способов штамповки. Окончательно способ изготовления поковки можно установить лишь проведя сравнительный анализ экономического расчета нескольких вариантов её получения.

В работе рассмотрена последовательность и основные положения разработки чертежа поковки, получаемых на молотах и КГШП штамповкой в шатун заготовки. Приведен также порядок расчета размеров исходной заготовки для поковки.

При проектировании поковки формируются следующие профессиональные компетенции:

- способность использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления повок;
- способность применять современные малоотходные технологии изготовления повок.

Спроектировав поковку должен:

- **знать** технологические особенности получения повок;
- **уметь** применять рациональные методы получения повок;
- **иметь навыки** разработки чертежа повок с оптимальной конфигурацией и размерами для выбранного способа их получения.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					6

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. Конструкция шатуна



Шатун двигателя внутреннего сгорания соединяет поршень двигателя с коленчатым валом и во время работы двигателя передаёт все усилия от поршня на коленчатый вал и, наоборот, от коленчатого вала к поршню. При этом шатун совершает достаточно сложное движение. Верхняя головка шатуна совместно с поршнем совершает возвратно-поступательное движение. А нижняя головка шатуна, совместно с шатунной шейкой коленчатого вала совершает круговое движение. На шатун воздействуют большие знакопеременные и изменяющиеся по величине усилия, вызванные давлением расширяющихся в цилиндре газов и инерцией деталей поршневой группы.

Для уменьшения вибрации и повышения максимальных оборотов двигателя, что необходимо для повышения максимальной мощности двигателя, конструкторы стремятся сделать шатун, как и все остальные детали, совершающие возвратно-поступательное движение, как можно легче. Но это стремление вступает в противоречие с необходимостью обеспечения прочности шатуна, работающего под воздействием больших и разнообразных нагрузок. Кроме этого в массовом производстве большое значение имеет себестоимость материалов, из которых изготавливаются шатуны, и стоимость изготовления самого шатуна. Как и везде в технике, принятие технического решения, это постоянный выбор наиболее приемлемого компромисса для данных условий.

Шатун состоит из двух головок и соединяющего их силового стержня. Верхняя головка шатуна (поршневая), меньшего размера, через поршневой палец соединяется с поршнем, а нижняя головка шатуна (кривошипная) соединяется с шатунной шейкой коленчатого вала.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					7

Верхняя (поршневая) головка шатуна неразъёмная. Её конструкция зависит от способа крепления поршневого пальца. Если двигатель имеет фиксированный поршневой палец, верхняя головка шатуна имеет цилиндрическое отверстие, изготовленное с высокой точностью и обеспечивающее установленный натяг (0,015 - 0,040 мм) в соединении с поршневым пальцем.

Соединением с натягом называется такое соединение, при котором диаметр вала, вставляемого в отверстие несколько больше внутреннего диаметра отверстия. Существует несколько методов сборки таких соединений – запрессовка при помощи пресса, нагрев детали с отверстием или, наоборот, сильное охлаждение вала.

Если поршневой палец плавающего типа, в верхнюю головку шатуна запрессовываются бронзовые или биметаллические втулки, изготовленные из стали с залитым во втулку тонким слоем бронзы. Но существуют двигатели с плавающим пальцем в верхней головке шатуна, в которой отсутствует втулка. В этом случае поршневой палец вращается непосредственно в отверстии верхней головки шатуна. Плавающий поршневой палец устанавливается в верхней головке шатуна с установленным зазором (0,015 ? 0,020 мм). Для смазывания плавающего поршневого пальца в верхней головке шатуна может быть сделано отверстие, через которое масло из внутренней полости поршня подаётся к поршневому пальцу.

Поскольку нагрузки на нижнюю часть поршневой головки шатуна значительно ниже, чем на верхнюю часть верхняя головка шатуна форсированных двигателей делается в виде трапеции, что увеличивает опорную поверхность пальца во время рабочего хода поршня.



Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					8

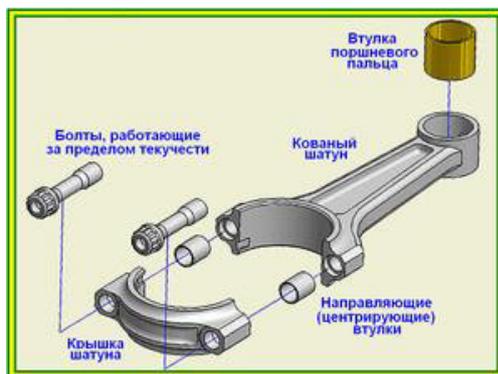
Нижняя (шатунная) головка шатуна разборная. Состоит из верхней части, изготовленной как одно целое с шатуном и крышки нижней головки. Отверстие нижней головки шатуна растачивается на заводе при установленной крышке. Поэтому крышка нижней головки может использоваться только со своим шатуном. Во время ремонта двигателя не допускается замена крышки или установка крышки обратной стороной. Перед разборкой двигателя обязательно ознакомьтесь с видом совместных меток, и с какой стороны коленчатого вала они установлены.

Крышка шатуна соединяется с шатуном при помощи шатунных болтов. Шатунные болты работают под очень большой нагрузкой. Поскольку крышка устанавливается относительно шатуна с высокой точностью, шатунные болты чаще всего являются направляющей деталью, определяющей совместное положение крышки относительно шатуна. Для этого большинство шатунных болтов имеют центрирующие участки, позволяющие точно установить крышку головки относительно шатуна. Шатунные болты чаще всего запрессовываются в шатун, поэтому при замене шатунных болтов для их выпрессовки из шатуна может потребоваться применение прессы. Выпрессовывайте шатунные болты только в случае их необходимой замены. Никогда не заменяйте шатунные болты и гайки шатунных болтов, на болты и гайки непредназначенные для этих целей. Всегда затягивайте гайки шатунных болтов только при помощи динамометрического ключа, даже когда устанавливаете крышку для контрольного замера размеров отверстия нижней головки шатуна. При любом подозрении, что шатунный болт начал вытягиваться, замените болт с гайкой на новые. Стандартная длина болта для каждого двигателя, обычно указывается в заводском руководстве по ремонту.

Не пытайтесь исправить повреждённую резьбу болта при помощи плашки. Резьба шатунных болтов изготавливается методом накатки, а не нарезки.

Для правильной установки крышки шатуна центрирование крышки также может осуществляться при помощи направляющих втулок или направляющих штифтов.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					9



В нижнюю головку шатуна вставляются тонкостенные вкладыши подшипников скольжения. По своей конструкции эти вкладыши практически не отличаются от вкладышей коренных подшипников коленчатого вала. Вкладыши подшипника нижней головки шатуна изготавливаются из тонкой стальной ленты, внутренняя поверхность которой залита специальным сплавом, обладающим высокими антифрикционными свойствами и обладающим высоким сопротивлением износу. Для каждого типа двигателя существуют различные типы антифрикционных сплавов, обладающих различными свойствами. Есть сплавы, которые легко притираются, но не обладают достаточной сопротивляемостью ударным нагрузкам, есть сплавы, которые наоборот обладают способностью выдерживать высокие ударные нагрузки, но имеют более низкие другие технические характеристики. Поэтому при ремонте двигателя необходимо использовать вкладыши подходящие не только по размеру, но и по материалу из которого изготовлены вкладыши.

Тонкостенные вкладыши нижней головки шатуна изготавливаются номинального и несколько ремонтных размеров, под шатунную шейку коленчатого вала с уменьшенным, после необходимого ремонта, диаметром. Это позволяет при ремонте двигателя производить перешлифовку изношенных шеек коленчатого вала под следующий ремонтный размер, что удешевляет стоимость ремонта двигателя, поскольку стоимость перешлифовки коленчатого вала, меньше стоимости нового вала.

Вкладыш изготавливается в виде дуги переменного радиуса, в месте замка большего, чем диаметр посадочного отверстия. Кроме того, длина вкладыша

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата		Лист	
							10

обеспечивает небольшой выступ вкладыша над плоскостью разъёма головки шатуна, этим обеспечивается необходимый натяг, предотвращающий проворачивание вкладыша в головке. Вкладыши также имеют установочный усик, вставляемый в канавки выфрезерованные в шатуне и крышке шатуна, которые тоже предназначены для исключения проворачивания вкладыша в нижней головке шатуна. А настоящее время выпускаются двигатели, не имеющие на вкладышах подшипников установочных усиков. В таких двигателях фиксация вкладышей осуществляется только за счёт необходимого натяга в головке шатуна, обеспеченного высокой точностью изготовления деталей.

Антифрикционный материал имеет высокую износостойкость только в условиях работы с достаточной смазкой. Масло в подшипник нижней головки шатуна поступает из отверстия в шатунной шейке коленчатого вала. Некоторые шатуны имеют специальные дренажные отверстия, позволяющие регулировать прохождение масла через подшипник. Это необходимо потому, что масло кроме своей основной функции – смазка трущихся поверхностей, ещё служит для охлаждения этих поверхностей.

Всегда необходимо точно выдерживать зазор в подшипнике шатуна. Наиболее точным измерением зазора является метод с применением специальной измерительной пластмассовой проволоки. Измерение зазора в шатунных подшипниках ничем не отличается от измерения зазора в коренных подшипниках. Способ измерения зазора в коренных подшипниках коленчатого вала описан в главе «Коленчатый вал».

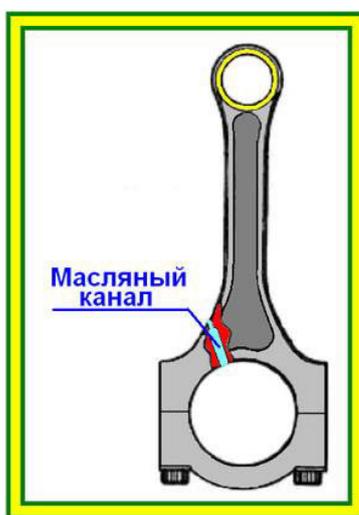
1.2. Стержень шатуна

Стержень большинства шатунов массовых двигателей имеет двутавровую форму и расширяется к нижней головке шатуна. Существуют стержни другой формы, особенно у шатунов спортивных двигателей, изготовленных из алюминиевых сплавов. Шатуны дизельных двигателей обычно более массивные и более прочные по сравнению с шатунами бензиновых двигателей.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата		Лист	
							11



В некоторых двигателях стержень шатуна имеет внутри просверленный масляный канал для подачи масла к верхней головке шатуна. Иногда в верхней части нижней головки шатуна делается отверстие, из которого масло под давлением разбрызгивается во внутренней полости поршня и цилиндра.

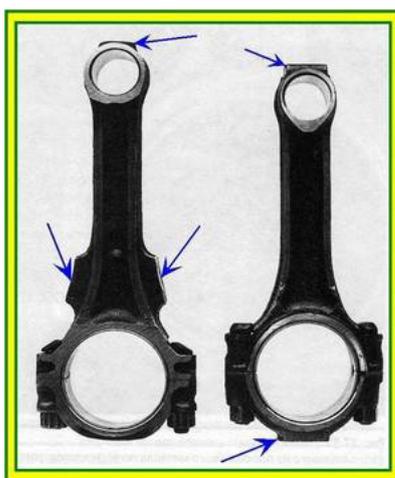


Для уменьшения вибраций двигателя необходимо чтобы все шатуны двигателя имели одинаковый вес, более того должен быть одинаковым не только общий вес каждого шатуна, но и вес каждой верхней и каждой нижней головки шатуна. Для взвешивания каждой головки шатуна применяются точные (электронные) весы со специальным приспособлением (установочной скалкой).

Сначала взвешиваются все шатуны двигателя, и результаты взвешивания записываются в специальную таблицу с отдельным указанием веса нижней и верхней головок каждого шатуна. Подгонка веса осуществляется по самому лёгкому шатуну, за счёт аккуратного снятия части металла со специальных наплывов (бобышек), расположенных на верхней головке шатуна и на крышке нижней головки. Иногда наплывы в нижней части шатуна расположены не на крышке ниж-

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					12

ней головки, а на стержне шатуна чуть выше нижней головки в месте нахождения центра тяжести шатуна.



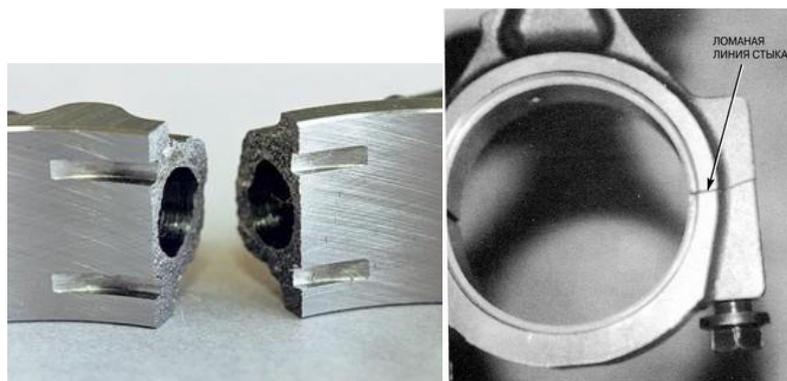
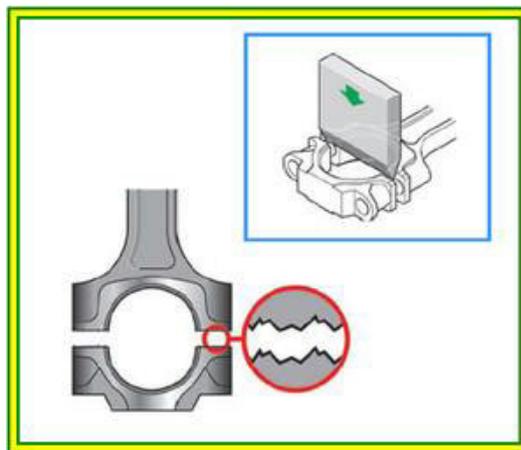
Стрелками отмечены бобышки, с которых снимается часть металла при подгонке веса шатунов одного двигателя.

1.3. Материалы для изготовления шатуны

С целью уменьшения себестоимости производства шатуны массовых двигателей изготавливаются методом литья из специального чугуна, что в полной мере обеспечивает требования двигателей работающих на бензине. Шатуны высоконагруженных двигателей, особенно дизельных двигателей с наддувом, изготавливаются методом горячей штамповки (ковки) из специальных легированных сталей. Кованые шатуны прочнее литых, но дороже в изготовлении. Кованый шатун легко отличить от литого по боковому шву. Боковой шов кованого шва широкий, а литого узкий.

Шатуны некоторых современных двигателей изготавливаются методом спекания из порошковых металлов, такие шатуны обладают более высокой прочностью. Линия соединения нижней головки такого шатуна с крышкой шатуна имеет неровный колотый разъем, поскольку отделение крышки от шатуна происходит методом разлома. В этом случае обеспечивается наиболее точная установка крышки относительно шатуна.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					13



Для уменьшения веса, что необходимо для обеспечения повышения оборотов двигателя, шатуны двигателей дорогих спортивных автомобилей, где цена материала не имеет большого значения, изготавливаются из алюминиевых или титановых сплавов. Шатун, изготовленный из титановых или алюминиевых сплавов весит меньше чем стальной шатун на 50%.

Особенно высокие требования предъявляются к материалам, из которых изготавливаются болты крепления крышки головки шатуна. Обычно они изготавливаются из высоколегированных сталей обладающих очень высоким пределом текучести превышающий этот показатель 2 ? 3 раза по сравнению с углеродистыми сталями. При ремонте некоторых высокофорсированных спортивных двигателей требуется обязательная замена болтов и гаек крепления крышки головки шатуна.

1.4. Практические замечания

Во время ремонта двигателя многие автомеханики практически не контролируют состояние шатуна. Они уверены, что неисправными могут быть только детали, подвергающиеся износу: поршневые кольца, сами поршни, стенки цилин-

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					14

дров, направляющие втулки клапанов другие трущиеся детали. А в шатуне, особенно с фиксированным поршневым пальцем, непосредственно трущихся деталей нет. Поэтому принимается, что шатун всегда исправен, и шатуны устанавливаются в ремонтируемый двигатель не только без ремонта, но и вообще без проверки их технического состояния.

Довольно часто шатуны имеют деформацию, не допускающую их установку в ремонтируемый двигатель. Даже если двигатель автомобиля не подвергался аварийным неисправностям с последующим ремонтом, шатун может быть деформирован под воздействием штатных нагрузок. Тем более повышается вероятность деформации шатуна, если в результате обрыва ремня привода ГРМ, при котором от удара поршня были погнуты клапаны двигателя, если двигатель подвергся гидроудару, вследствие попадания воды в цилиндры двигателя или произошло прокручивание вкладыша и, соответственно перегрев нижней головки шатуна. Деформация шатуна может произойти из-за неправильного ремонта, когда при установке фиксированного поршневого пальца, для нагрева верхней головки шатуна использовалась газовая горелка. Отверстие нижней головки шатуна, под воздействием ударных нагрузок, может принять овальную форму при неправильном моменте затяжки болтов крепления крышки головки шатуна или вытягивания болтов крепления крышки. Поэтому проверка геометрии и, в случае необходимости, ремонт или замена шатуна являются обязательными при ремонте двигателя.

Сначала необходимо измерить диаметр, овальность и конусность отверстий верхней и нижней головок шатуна. Сделать это можно при помощи универсального нутромера, но в специализированных мастерских для этой цели может применяться специальные точные приспособления. Очень важным показателем геометрии шатуна является параллельность осей отверстий головок шатуна. Деформация стержня шатуна может привести к тому, что оси этих отверстий будут не параллельны. Это приведёт к перекосу поршня в цилиндре и, соответственно, повышенной шумности при работе двигателя, преждевременному износу поршня, стенок цилиндра, опорной поверхности нижней головки шатуна и коленчатого

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					15

вала, а при сильном перекосе поршневого пальца и к разрушению поршня. Точно проверить параллельность осей отверстий шатуна можно только при помощи специальных приспособлений. К сожалению, такие приспособления часто отсутствуют даже в специализированных мастерских. А для проверки деформации стержня шатуна при помощи поверочной плиты или лекальной линейки требуется определённый опыт, да и эти, не очень удобные мерительные инструменты, бывают не во всех ремонтных предприятиях. Кроме того, на некоторых V-образных двигателях нижняя головка шатуна расположена несимметрично относительно стержня и верхней головки шатуна. И тогда проверить геометрию шатуна при помощи поверочной плиты вообще не удастся.

Стержень шатуна может иметь спиральную закрутку или осевой искривление. В любом из этих случаев ось поршневого пальца будет не параллельна оси коленчатого вала, а ось поршня будет не параллельна оси цилиндра.

Отверстие нижней головки обычного шатуна ремонтируется (при выявленной недопустимой овальности) за счёт удаления тонкого слоя металла с сопрягаемых поверхностей крышки нижней головки и шатуна. Далее крышка устанавливается на место, при этом болты крепления крышки затягиваются установленным моментом затяжки. Отверстие растачивается и хонингуется под номинальный размер. Но при этом уменьшается расстояние между осями отверстий верхней и нижней головок шатуна. Это особенно нежелательно для дизельных двигателей, даже незначительное изменение длины шатуна может привести к изменению степени сжатия. Но если при ремонте двигателя производилась механическая обработка сопрягаемой поверхности блока цилиндров и (или) головки блока цилиндров, это может полностью устранить изменение степени сжатия. Разумеется, что этот ремонт можно сделать только в условиях специализированного предприятия.

Если при проверке выявлен недопустимый износ (увеличение диаметра) отверстия под поршневой палец в верхней головке шатуна, необходимо заменить бронзовую втулку верхней головки шатуна. Для обеспечения регламентированного техническими нормами зазора между поршневым пальцем и втулкой, после за-

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					16

мены втулка точно развёртывается под необходимый размер диаметра. В верхней головке шатуна часто имеется отверстие, через которое масло из внутренней полости поршня поступает для смазки поршневого пальца. При установке втулки необходимо совместить отверстие в верхней головке шатуна с отверстием во втулке.

<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>Документ</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Лист</i>
					17

II. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Задачи и основные способы обработки давлением

Обработка металлов давлением заключается в пластическом изменении формы и размеров изделия посредством деформирования. Обработка давлением позволяет получать детали и заготовки для них с большой производительностью и малыми отходами. В некоторых случаях обработка давлением является единственным способом производства изделий. Например, производство тонкой проволоки методом волочения, тонкостенных труб из цветных металлов методом прессования и др.

Указанные преимущества определяют широкое использование способов обработки давлением в промышленности. В автомобиле и тракторостроении широко применяется продукция прокатного производства: лист, трубы, сортовой прокат. Методом объемной штамповки получают заготовки для самых ответственных деталей (коленчатые валы, крестовины кардана, шатуны и т.д.). Листовая штамповка используется при изготовлении кузовов легковых автомобилей, кабин грузовых автомобилей и тракторов, колпаков автомобильных колес и т.д.

Можно выделить две основные задачи, которые решаются при пластическом деформировании:

- формообразование;
- улучшение структуры металла с целью повышения его физико-механических свойств.

Задача формообразования решается различными способами обработки давлением, к числу которых относятся: прокатка, волочение, прессование, ковка, объемная горячая штамповка, холодная листовая штамповка. Принципиальные схемы основных способов обработки давлением представлены на *рис. 1*.

В процессе обработки давлением решается и вторая основная задача - улучшение структуры металла и повышение его механических характеристик. Так, при нагреве под обработку давлением за счет протекания диффузионных процессов устраняется химическая неоднородность слитка. При ковке стальных

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					18

слитков ликвидируется усадочная пористость, происходит заваривание пузырей, трещин, пор. В результате горячей обработки металл становится более прочным и пластичным. Холодная обработка давлением приводит к повышению прочности металла.

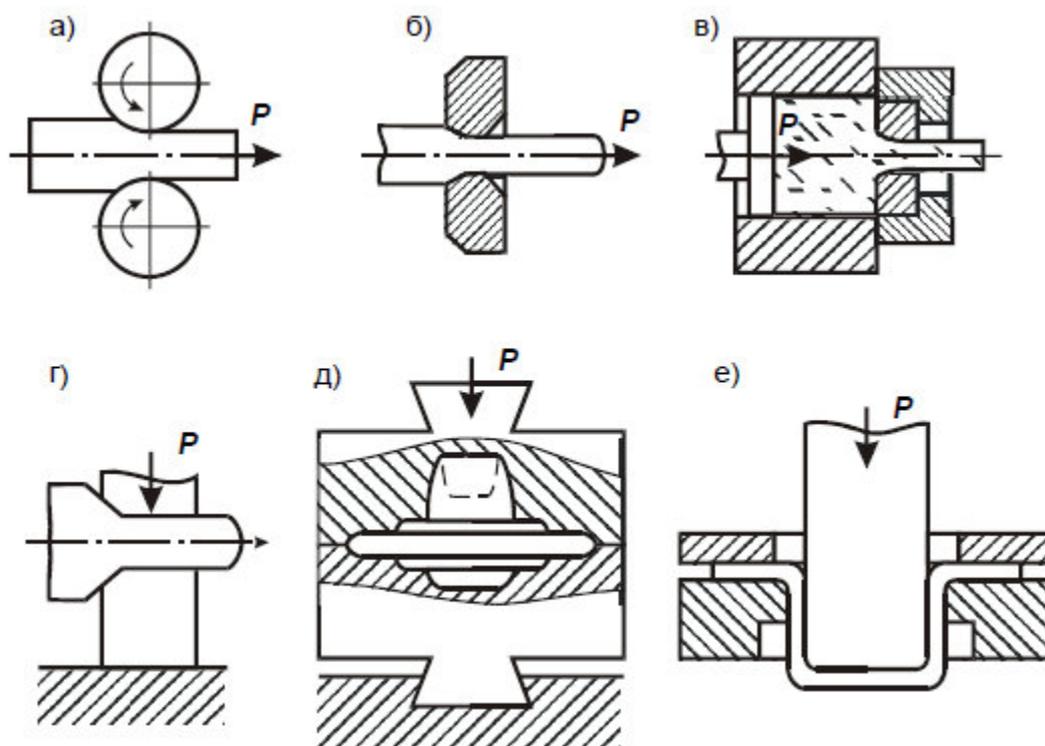


Рис. 1. Принципиальные схемы основных способов обработки давлением: а - прокатка; б - волочение; в - прессование; г - ковка; д - объемная штамповка, е – листовая штамповка

2.2. Горячая объемная штамповка шатуна

Объемная штамповка – штамповка изделий или заготовок из сортового проката с обусловленным значительным перераспределением металла в поперечном сечении исходной заготовки. Объемная штамповка - кузнечный процесс, при котором течение металла ограничено поверхностью полости штампа. Полость штампа, имеющая форму изделия-поковки, называется ручьем штампа.

Процесс применяется в массовом производстве. Широко используется объемная штамповка в автомобилестроении при получении заготовок ответственных высоконагруженных автотракторных деталей, таких как коленчатые и распреде-

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					19

лительные валы, шатуны, крестовины карданов и др. Данный способ получения заготовок позволяет значительно сократить расход металла при производстве деталей машин и повысить их качество.

Основными преимуществами процесса являются высокая производительность, высокая точность заготовок и чистота поверхности, что влечет за собой экономию металла и сокращение затрат на механическую обработку; возможность получения заготовок сложной конфигурации, которые не удастся получить ковкой.

Однако данному процессу обработки давлением присущи и недостатки: штамповый инструмент имеет высокую стоимость и используется чаще всего для узкоспециализированных целей; для деформации металла требуются гораздо больше мощности, чем при ковке.

Вопрос о целесообразности применения объемной штамповки для производства заготовок деталей решается на основе экономических расчетов путем определения себестоимости изготовления одной детали при различных способах. При этом учитываются производственная программа и расходы на изготовление штампа.

На основе расчетов строятся графики подобно типовому, представленному на *рис.2*. При ковке стоимость изготовления поковок практически не зависит от производственной программы (линия 1 на графике). При штамповке высокая стоимость штампа раскладывается на число получаемых в нем заготовок. Чем больше программа производства, тем ниже стоимость каждой детали. Зависимость стоимости детали при штамповке показана на графике кривой 2.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					20

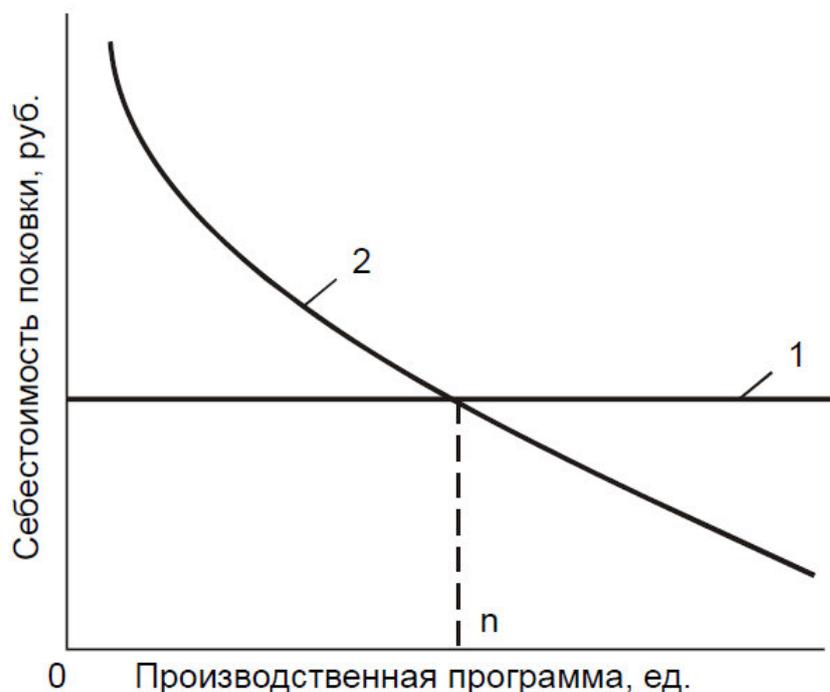


Рис. 2. Зависимость себестоимости единицы изделия от производственной программы: 1 - при ковке; 2 - при объемной штамповке

При производственной программе n оба метода экономически равноценны. Если программа меньше n , целесообразно применять ковку, а если больше - объемную штамповку. Следует иметь в виду, что при подобных расчетах принимают во внимание не только стоимость инструмента, но и оплату труда, стоимость материалов, электроэнергии и другие расходы.

Штамповкой получают заготовки преимущественно массой до 100 кг. Исходными материалами для объемной штамповки служат сортовой прокат, пресованные прутки, литые заготовки. В крупно-масштабных производствах экономичным является использование в качестве заготовок под объемную штамповку проката периодического профиля, что способствует сокращению подготовительных операций.

Горячая объемная штамповка выполняется двумя методами: облойным (с заусенцем) в открытых штампах и безоблойным (при отсутствии заусенца) в закрытых штампах.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					21

Сущность облойного метода заключается в том, что поковка по месту разъема штампа вследствие избытка металла получается с заусенцем (облоем) (рис. 3). Наличие облоя обеспечивает хорошее заполнение полостей штампа, ибо сам заусенец начинает образовываться раньше заполнения ручьев. При последующем смыкании штампа сопротивление металла истечению в облойную полость резко увеличивается.

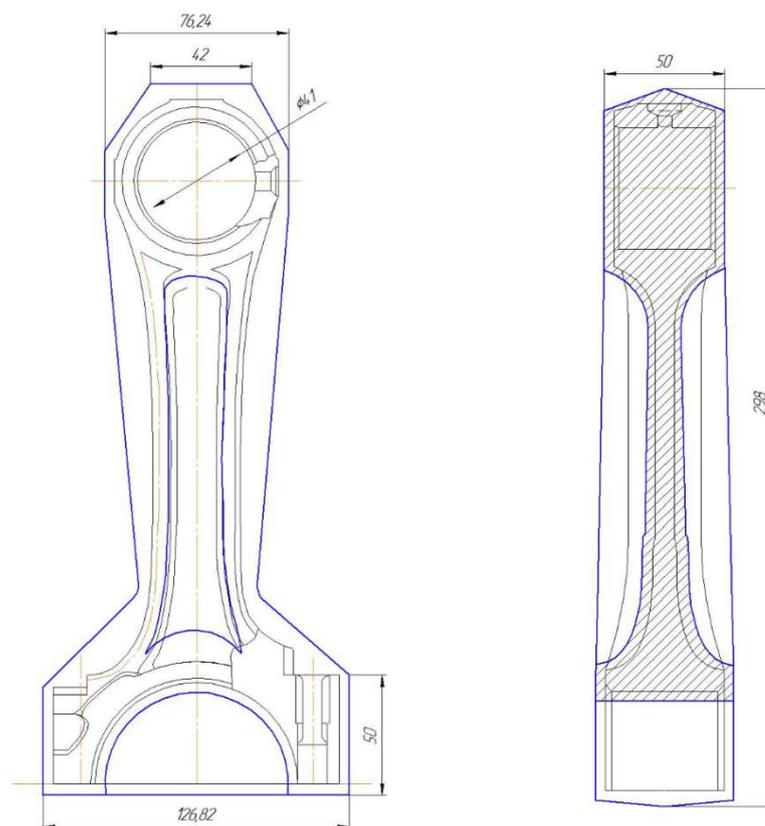


Рис. 3. Схема получения поковки в открытом штампе

Это создает подпор по контуру изделия, который способствует заполнению всех участков штампа. По окончании штамповки облой удаляется на обрезных штампах. Данный способ широко используется в производстве, так как обеспечивает хорошее заполнение штампа и не требует точного расчета заготовки.

При безоблойном методе заготовка помещается в полости одной части штампа (матрице) и деформация происходит за счет другой части (пуансона) (рис.4). При этом облой в изделии не предусматривается. Основным преимуще-

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата		Лист
						22

ством безоблойного метода является пониженный расход металла. Однако формы поковок менее разнообразны, чем при облойном методе. Способ требует точного расчета размера заготовок.

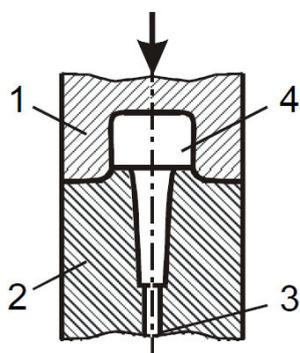


Рис. 4. Схема получения поковки в закрытом штампе:
1 - матрица; 2 - пуансон; 3 – выталкиватель; 4 - поковка

Одним из методов получения заготовок сложной конфигурации является штамповка в многоручьевых штампах.

В многоручьевом штампе каждый ручей имеет определенное назначение. Различают ручки штамповочные и заготовительные. Штамповочные ручки, в свою очередь, делятся на черновой (предварительный) и чистовой (окончательный).

В чистовом ручье получают конечная форма и размеры заготовки. Обычно чистовой ручей выполняется открытым. Заготовка получается с обломом.

Назначение чернового ручья - увеличить стойкость чистового. В нем, как правило, отсутствует облой, штамповочные уклоны увеличены по сравнению с уклонами чистового ручья.

Заготовительные ручки позволяют постепенно перейти от простой формы заготовки к более сложной, что облегчает работу штамповочных ручьев. На рис. 5 представлены многоручьевой штамп и схема изменения заготовки для поковки шатуна. Штамповочные ручки располагаются в середине штампа, а заготовительные - по краям. Обычно многоручьевые штампы используются для штамповок на молотах.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					23

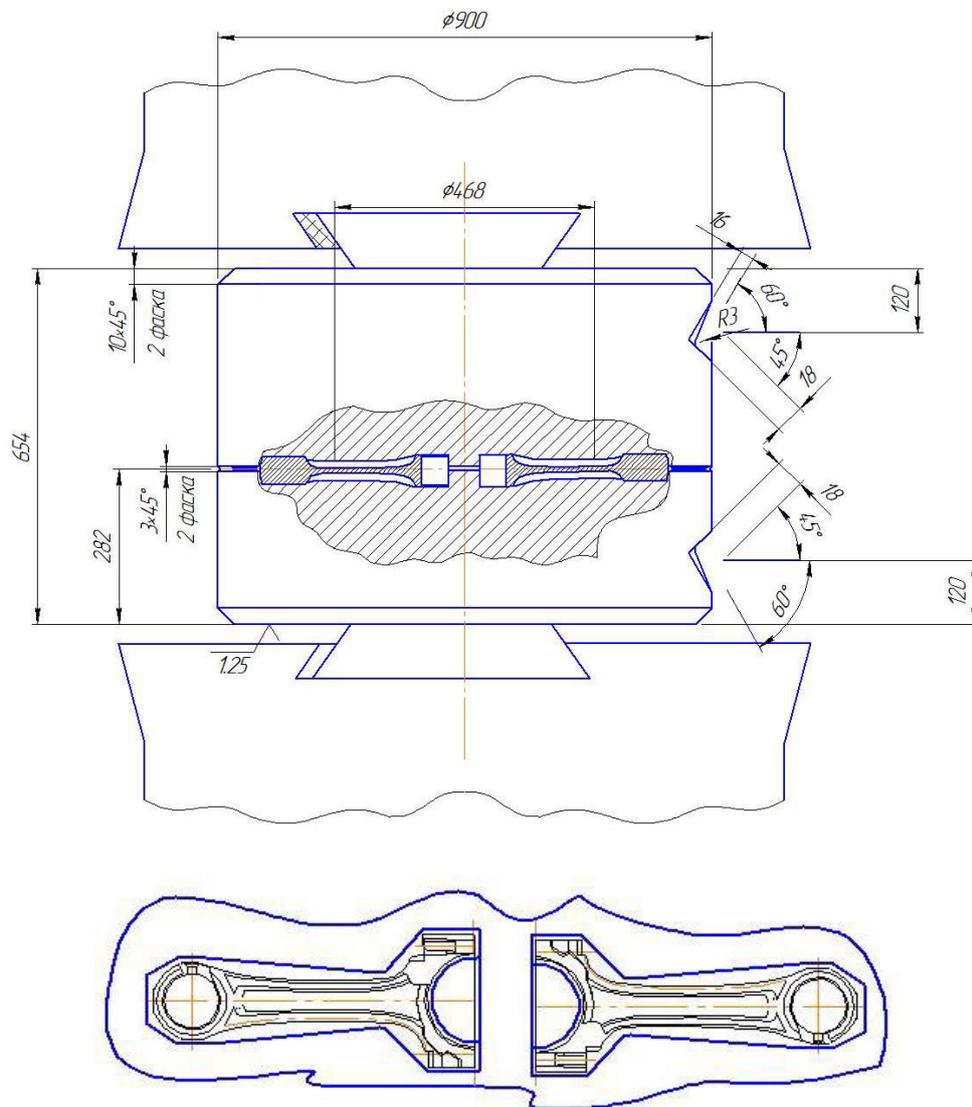


Рис. 5. Многоштыревой штамп и схема изменения формы заготовки шатуна

2.3. Основным оборудованием для горячей объемной штамповки шатуна

Основным оборудованием для горячей объемной штамповки являются: штамповочные молоты; кривошипные горячештамповочные прессы (КГШП); гидравлические прессы; горизонтально-ковочные машины (ГКМ).

Штамповочные молоты обычно бывают паровоздушные двойного действия. Вес падающих частей достигает 30 т. Принцип их действия и схема аналогичны ковочным молотам, однако существуют следующие отличия. Стойки

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					24

штамповочных молотов устанавливаются непосредственно на шаботе. Баба штамповочного молота перемещается в направляющих. Это обеспечивает более высокую точность совпадения частей штампа в процессе удара. Масса падающих частей молота меньше массы шабота не менее чем в 20 ... 30 раз.

Принципиальная схема кривошипного горячештамповочного пресса представлена на *рис. 6*. Усилие, развиваемое прессом, может составлять 630 ... 8000 МН.

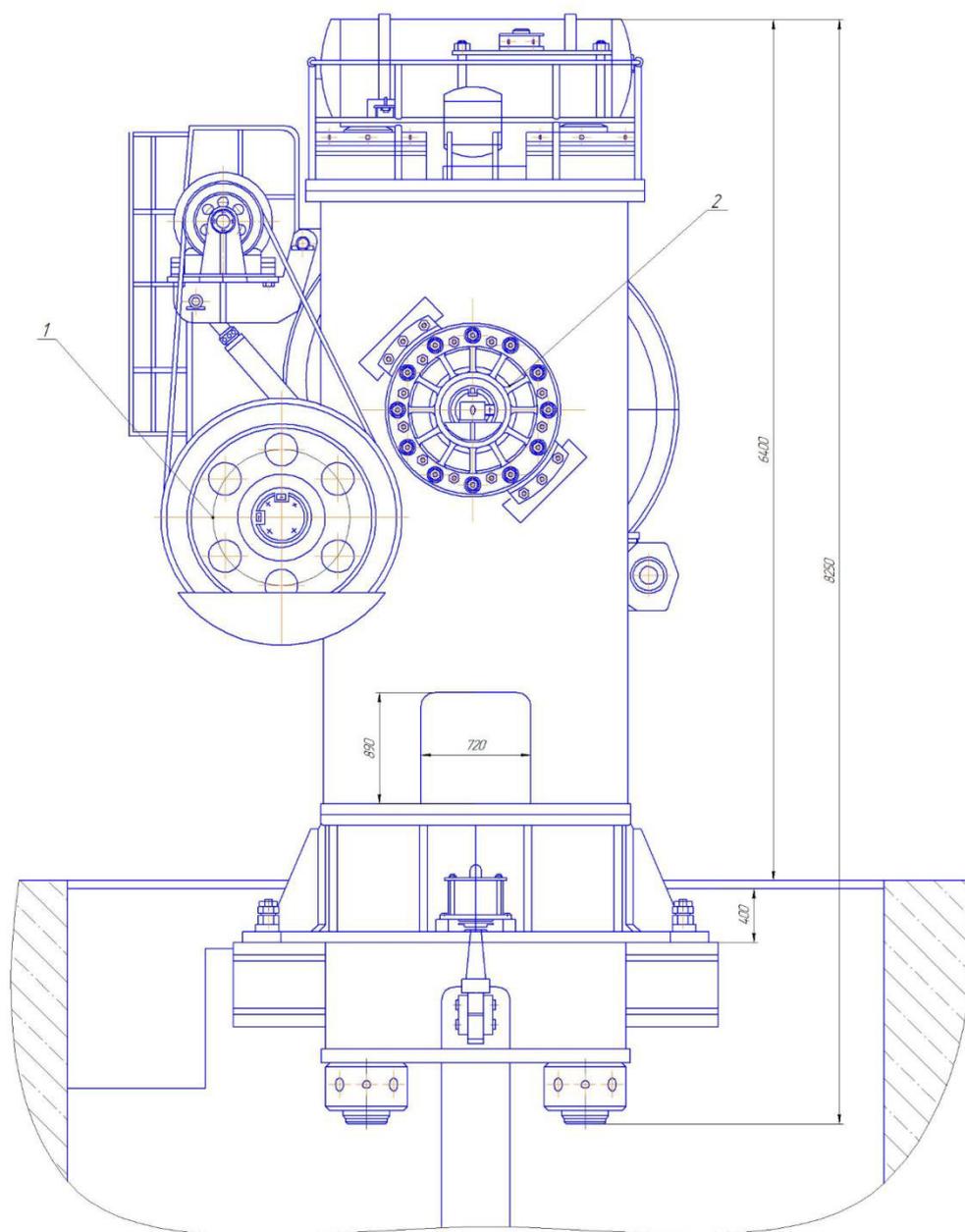


Рис. 6. Кривошипного горячештамповочного пресса: 1 - электродвигатель; 2 - клиноременная передача.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					25

Штамповка на КГШП имеет ряд преимуществ перед штамповкой на молотах: производительность штамповки на КГШП выше, так как формообразование осуществляется за один ход пресса; точность поковок больше из-за высокой жесткости конструкции пресса и отсутствия ударов; штамповочные уклоны меньше на поковках (на прессах предусмотрены выталкиватели).

К недостаткам относятся: невозможность применения заготовительных ручьев в штампах; нагретая заготовка должна быть полностью очищена от окалины.

В силу этих обстоятельств при получении фасонных заготовок на КГШП заготовительные операции заменяются использованием заготовок из периодического проката или предварительной вальцовкой на ковочных вальцах. Использование периодического проката при штамповке на КГШП дает значительный экономический эффект в массовом производстве. Работа на КГШП совмещается с установками индукционного нагрева.

Гидравлические прессы для штамповки развивают усилия до 75000 тс. Недостатком этих машин является их высокая себестоимость и низкая производительность, поэтому их применяют лишь при штамповке труднообрабатываемых сплавов, требующих низких скоростей деформирования.

Горизонтально - ковочные машины (ГКМ) представляют собой кривошипные прессы с перемещением ползуна в горизонтальном направлении. Штампы ГКМ имеют разъем в двух перпендикулярных плоскостях. Это создает удобство для осуществления всевозможных высадочных работ в закрытых штампах. При этом обеспечивается высокая точность изделий.

На ГКМ штампуют поковки болтов, гаек, колец, втулок, клапанов и др. Горизонтально-ковочные машины имеют высокую производительность (400 ... 900 изделий в час.). Применяются в массовом производстве. ГКМ развивают усилие от 100 до 3150 тс. Работа на ГКМ поддается полной автоматизации.

Горячая штамповка на горизонтально-ковочных машинах является одним из высокопроизводительных и экономичных способов получения заготовок. Процесс штамповки на ГКМ имеет следующие преимущества:

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					26

- возможность штамповки в закрытых штампах;
- обеспечение минимальных штамповочных уклонов и припусков на механическую обработку;
- обеспечение наиболее благоприятной макроструктуры металла;
- вследствие кратковременности металл не теряет пластичности, что облегчает процесс штамповки.

Исходными заготовками являются горячекатаные штанги из проката круглого сечения.

2.4. Камерная универсальная печь для нагрева

Для горячие обработки небольших партий шестерен, валов, колец и т. п. в среде защитного газа применяют камерные печи, соединенные в единую конструкцию с закалочным баком и тамбуром. В таких печах детали, подвергаемые горячей обработке, не соприкасаются с воздухом и поэтому не окисляются. Регулируя состав печной атмосферы, можно проводить безокислительный нагрев в печи или насыщать нагреваемые детали углеродом и азотом, т. е. проводить химико-термическую обработку.

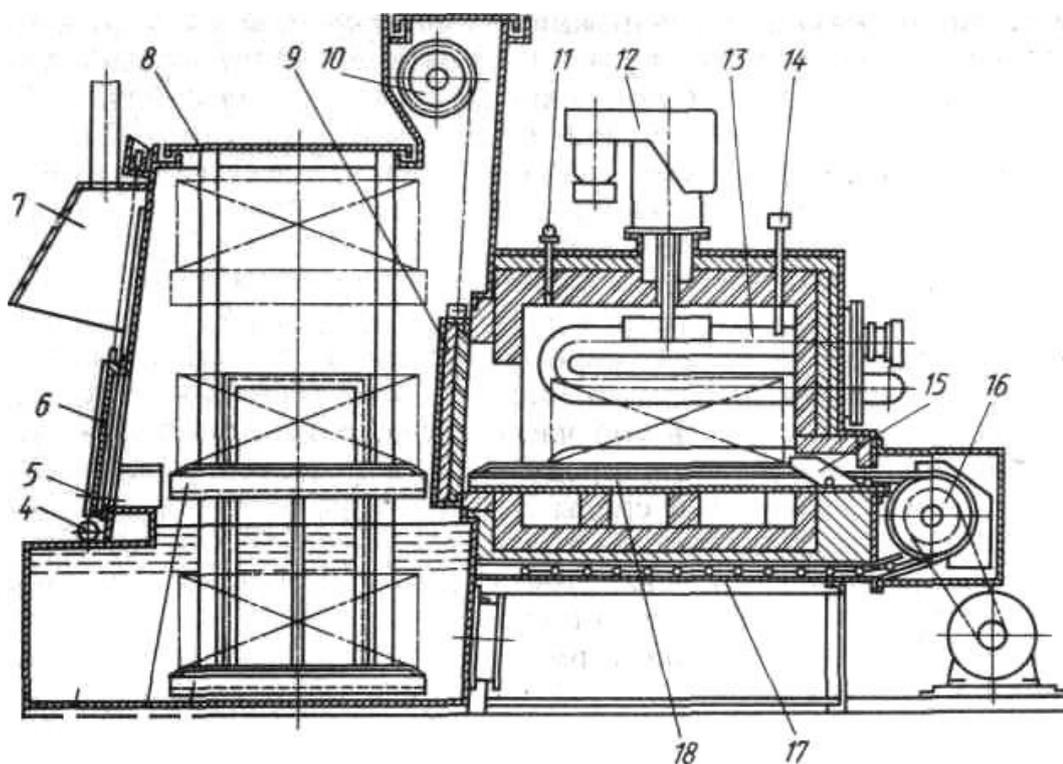


Рис.7. Камерная универсальная печь

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					27

На *рис. 7* показана камерная универсальная печь для горячие обработки. Печь состоит из трех основных частей: камеры нагрева, закалочного бака и загрузочного тамбура. Камера нагрева имеет герметичный стальной каркас, огнеупорную кладку, заслонку загрузочного окна, механизм загрузки и выгрузки деталей, вентилятор для перемешивания атмосферы, окружающей нагреваемые детали, и систему обогрева печи. Так как печь предназначена и для цементации, то применяют огнеупорные материалы с небольшим содержанием оксидов железа-доменный шамот, легковесный корунд и дистенсилиманит. Подом печи служат рельсы 18, отлитые из хромоникелевой стали. Заслонка 9 загрузочного окна сварная из углеродистой стали и зафутерована дистенсилиманитовым огнеупором, подвешена на двух цепях и поднимается вверх при вращении звездочки 10, насаженной на вал. Привод механизма для загрузки в печь поддона с деталями размещен на задней стенке печи. При вращении звездочки 16 перемещается цепь, на одном конце которой закреплен захват-толкатель 15. Длина цепи, изготовленной из хромоникелевой стали, выбрана такой, что захват-толкатель может выходить при поднятой заслонке из камеры нагрева в загрузочный тамбур. Обратная ветвь цепи расположена под камерой нагрева в герметичном корпусе 17. Вентилятор 12 перемешивает атмосферу печи и выравнивает температуру в камере нагрева. Интенсивная циркуляция газов обеспечивает быстрый нагрев деталей, находящихся в средней части поддона, что положительно сказывается на равномерности прогрева садки по всему ее объему. Это имеет особое значение при цементации.

Система нагрева печи состоит из четырех петлеобразных радиационных труб 13, расположенных на боковых стенах камеры нагрева. Радиационные трубы вставляют в камеру нагрева через отверстия в задней стене печи. В радиационных трубах сжигают природный газ. Теплоту отходящих продуктов горения используют для подогрева воздуха, идущего на горение топлива. Производительность радиационных труб регулируется автоматически в зависимости от температуры в рабочем пространстве печи, замеряемой термопарой 14.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата		Лист	
							28

Закалочный бак 3 расположен непосредственно перед камерой нагрева и имеет подъемный стол с двумя платформами. Механизм для перемещения стола расположен вне печи. Подъемный стол имеет два фиксированных положения: верхнее и нижнее. При верхнем положении стола платформа 1 находится на уровне пода печи. При нижнем положении стола верхняя платформа 2 находится на уровне пода, а нижняя платформа 1 в этот момент погружена в закалочную жидкость. Закалочный бак 3 оборудован выносным теплообменником для охлаждения закалочной среды. При превышении допустимой температуры включается насос и закалочная среда из бака прокачивается через теплообменник и охлажденная, сливается вновь в бак. Теплообменник охлаждается проточной водой. Давление закалочной среды в теплообменнике всегда выше, чем давление воды в нем, поэтому при нарушении герметичности теплообменника вода в закалочный бак не попадает. Равномерность охлаждения деталей в закалочном баке зависит от количества закалочной жидкости (до 10 м³) и интенсивной ее циркуляции в той части бака, куда опускается поддон с деталями. Закалочную среду перемешивают масло-мешалкой.

Подогрев закалочной среды до необходимой температуры осуществляют электрическими трубчатыми нагревателями. Загрузочный тамбур печи является шлюзом, отделяющим камеру нагрева от цехового пространства в момент загрузки и выгрузки деталей. Корпус тамбура герметичен и присоединен к закалочному баку и к камере нагрева. Загрузочное окно тамбура находится перед загрузочным окном камеры нагрева и перекрыто заслонкой 6 из листовой стали, поднимающейся пневматическим цилиндром. Заслонка 6 тамбура имеет отверстие 5, через которое из печи выходит защитный газ. По выходе из печи защитный газ соединяется с воздухом и сгорает, воспламеняясь от постоянно горящего запальника. Продукты горения удаляются через зонт 7, соединенный с цеховой вентиляционной системой. В верхней части тамбура установлена поднимающаяся крышка 8. Герметизация крышки обеспечивается песочным затвором по всему периметру

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					29

крышки. В случае хлопка в печи крышка приподнимается над тамбуром и давление в печи снижается.

Боковые стены тамбура имеют принудительное охлаждение. Снаружи к стене тамбура приваривают трубку в виде змеевика, по которой течет холодная вода. Загрузочное окно тамбура имеет газовую завесу. При поднятии заслонки 6 тамбура из коллектора 4, расположенного ниже окна, начинает вытекать газоздушная смесь. Воспламеняясь от постоянно горящего запальника, смесь сгорает и образует при этом плоский факел, перекрывающий окно тамбура. Газовая завеса обеспечивает надежное сгорание выходящего из печи газа.

Последовательность операций при работе на печи следующая. Поддон с деталями устанавливают на загрузочный столик. Поднимается заслонка тамбура, загорается газовая завеса и поддон с деталями через завесу заталкивается на платформу подъемного стола закалочного бака. Заслонка тамбура опускается, факел газовой завесы гаснет. Так как при открытии заслонки тамбура состав атмосферы в тамбуре и камере нагрева из-за подсоса воздуха изменяется, то после загрузки поддона в тамбур необходима выдержка для восстановления состава атмосферы в печи. После выдержки 5-10 мин поднимается заслонка камеры нагрева, включается привод механизма загрузки поддона в печь и цепь начинает продвигаться через печь в тамбур. Дойдя до поддона, цепь останавливается, а захват-толкатель цепи оказывается соединенным с поддоном. При движении цепи в обратном направлении поддон перемещается из тамбура в камеру нагрева. Вернувшись в исходное положение, цепь останавливается, заслонка камеры нагрева опускается.

Начинается период нагрева деталей. В камеру нагрева непрерывно подается защитный газ необходимого состава. При цементации, после прогрева садки, в камеру нагрева подается газ-карбюризатор - начинается процесс насыщения деталей углеродом. После соответствующей выдержки в камере нагрева поддон передается в тамбур.

В зависимости от вида горячей обработки детали охлаждают или в закалочном баке, или в газовой среде тамбура. Если детали следует охладить в закалоч-

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата		Лист
						30

ном баке, то перед выдачей поддона из камеры нагрева подъемный стол бака устанавливается в верхнее положение. После подъема заслонки камеры нагрева цепь выталкивает поддон на нижнюю платформу стола. Цепь возвращается в исходное положение, заслонка камеры нагрева и стол бака опускаются, и поддон с деталями оказывается в закалочной среде бака. Если детали следует охладить в атмосфере тамбура, например при нормализации, то перед выгрузкой поддона подъемный стол устанавливается в нижнее положение. После подъема заслонки камеры нагрева цепь выталкивает поддон на верхнюю платформу стола, а после опускания заслонки подъемный стол поднимается в верхнее положение.

Конструкция печи позволяет продолжать работу в те моменты, когда детали охлаждаются в баке или тамбуре. Если детали находятся в баке, то в печь можно загружать следующую партию деталей, используя верхнюю платформу стола. Если детали находятся вверху тамбура, то в печь также можно загружать следующий поддон, используя нижнюю платформу стола. Большое значение для работы печи имеет состав атмосферы, поступающей в печь через вводы 11. Состав атмосферы в печи изменяется при попадании в печь воздуха, поэтому давление в печи поддерживают несколько больше, чем в цехе. Однако при подъеме заслонок протекают процессы, которые могут, если не принять необходимых мер, изменить состав атмосферы печи или даже создать условия для взрыва в печи. При подъеме заслонки камеры нагрева, например при выдаче поддона в тамбур, происходит интенсивное излучение раскаленной кладки в холодный тамбур.

Стенки тамбура и газ, находящийся в нем, нагреваются, объем газов в печи увеличивается, вследствие чего давление в ней возрастает. Это давление сохраняется в течение нескольких минут. В этот момент из отверстия в заслонке тамбура газы выбиваются с большой скоростью, образуется факел длиной до 1 м. Постепенно факел уменьшается, и когда давление в печи снижается до исходного, размер факел» не превышает 0,3 м.

При опускании заслонки камеры нагрева газы, находящиеся в тамбуре, начинают быстро охлаждаться, их объем уменьшается и в печи создается разре-

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					31

жение. Если в этот момент в тамбур печи через не плотности проникнет воздух, то в тамбуре может образоваться горючая газозвдушная смесь. Воспламенение смеси приводит к взрыву. Чтобы исключить образование газозвдушной смеси в тамбуре, в заслонке тамбура предусмотрено отверстие для входа в тамбур воздуха. Горящий запальник около отверстия в заслонке постоянно обеспечивает воспламенение атмосферы тамбура по мере смешения ее с воздухом. Подсос воздуха через возможные не плотности непосредственно из цеха в камеру нагрева печи с температурой выше 1300 °С с точки зрения взрыва не опасен. В этом случае воздух, поступаая в горячее пространство, немедленно реагирует с защитной атмосферой, атмосфера выгорает, а газозвдушная смесь в объеме печи не образуется.

Однако не плотности камеры нагрева нежелательны из-за ухудшения качества атмосферы печи. Универсальные камерные печи с радиационными трубами из хромоникелевой стали применяют при нагреве до 950⁰С, а с керамическими - при нагреве до 1300⁰С. Температура в охлаждающие баке в зависимости от марки масла может быть от 50 до 180⁰С. Расход защитной атмосферы около 15 м³/ч. На поддон можно загружать детали массой 100-300 кг. Время нагрева до 1300⁰С около 1,5 ч.

Камерная универсальная электропечь типа СНЦ-5.10.5/13 изображена на рис.12. Электропечь состоит из камеры нагрева, тамбура с закалочным масляным баком в едином каркасе 4, щитов управления 2, 3 и механизма загрузки и разгрузки 1. Камера нагрева имеет футеровку 13. Направляющие для перемещения поддонов с деталями выполнены из карбидокремниевых плит, нагреватели изготовлены из проволоки из сплава ХН70Ю диаметром 6,5 мм и смонтированы в радиационной трубе 12 диаметром 121x5 мм. Радиационные трубы в количестве 12 шт. расположены вертикально вдоль боковых стен. Питание нагревателей от сети осуществлено через понижающий трансформатор и тиристорный регулятор напряжения. В тамбуре печи и в камере нагрева установлены вентиляторы 5 и 7 для обеспечения циркуляции атмосферы печи. В тамбуре расположен подъемный двухэтажный стол 9, который позволяет одновременно производить закалку и за-

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата		Лист	
							32

грузку поддона в камеру нагрева. Температуру масла в закалочном баке регулируют автоматически при помощи нагревателей и охладителей, в пределах 60-160°C.

Загрузка поддонов, перемещение их внутри печи и выгрузка из печи производится механизмом 1 с помощью цепного толкателя, установленного на раме механизма. Технологические газы в печь подают через газораспределительный щиток 6. Отбор пробы газа из печи осуществляют через газоотборник 11. Рабочая камера отделена от тамбура заслонкой 8. Тамбур имеет заслонку 10. Установленная мощность печи 132 кВт, масса садки 400 кг, масса печи 15,5 т. Расходы газов: 15 м³/ч эндогаза, 4 м³/ч метана, 1 м³/ч аммиака и 6,5 м³/ч воды.

К преимуществам камерных печей относятся простота конструкции, универсальность применения для различных технологических процессов и изделий, возможность проведения в печи различных режимов горячей обработки. К недостаткам следует отнести сложность механизации загрузки и разгрузки изделий, сложность создания в печи необходимо стабильной контролируемой атмосферы при кратковременных режимах горячей обработки, высокий удельный расход контролируемой атмосферы. Универсальные механизированные камерные печи позволяют вести комплексную горячую обработку и устраняют ручной труд при транспортировке изделий.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					33

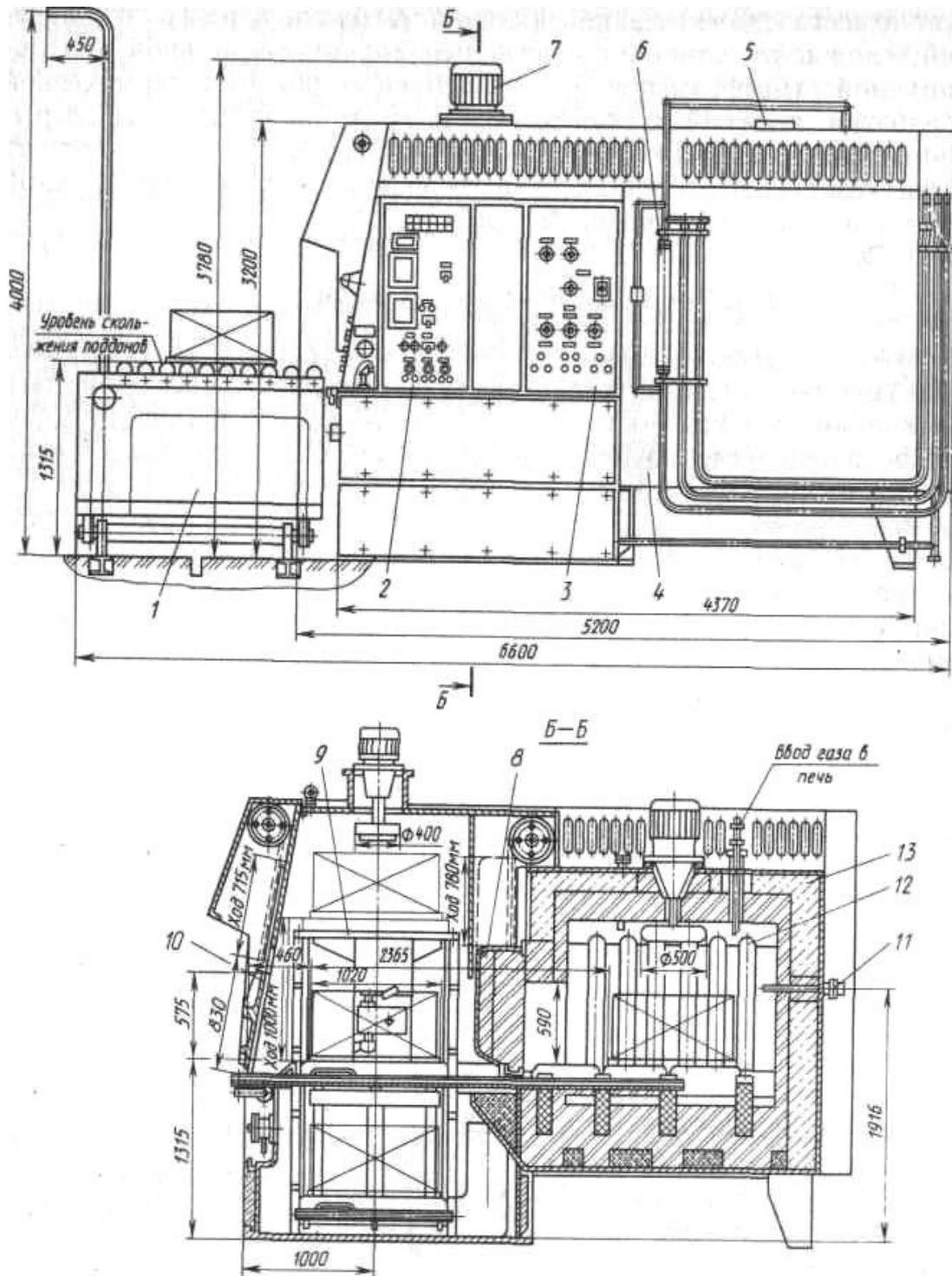


Рис. 8. Камерная универсальная электропечь типа СНЦ-5.10.5/13.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата

III. РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ

3.1. Электрический расчет печи

Напряжение на печи 220В. Включение печи производится через понижающий трансформатор. Мощность 8кВт. Нагреватели изготавливают из сплава ЭИ 595. Температура нагрева приблизительно 1200⁰С.

Нагреватели ленточные располагаются только на боковых стенках печи. Удельное электрическое сопротивление нагревателя в холодном состоянии

$$Q_{\text{хол}} = 1,15 \text{ ом мм}^2/\text{м}.$$

Температурный коэффициент сопротивления $\alpha = 0,00013$ на 1 град. Коэффициент увеличения сопротивления

$$K = 1 + \alpha t = 1 + 0,00013 \cdot 1200 = 1 + 0,156 = 1,156$$

Удельное электрическое сопротивления в горячем состоянии

$$Q_{\text{гор}} = Q_{\text{хол}} K = 1,15 * 1,156 = 1,33 \text{ ом} * \text{мм}^2 / \text{м}.$$

Удельная поверхностная мощность идеального нагревателя для температур 1100⁰-

$$1200^0 \varpi_{\text{ид}} = 2,0 \text{ вт} / \text{см}^2$$

Удельная поверхностная мощность стены печи

$$P_{\text{ст.уд}} = \frac{P_{\text{печи}}}{F_{\text{ст}}} = \frac{45}{2,6} = 17,3 \text{ кВт} / \text{м}^2$$

где $F_{\text{ст}}$ - боковая поверхность стены печи.

Единичная удельная поверхностная мощность стены (характеристика использование стен)

$$P_{\text{ст.уд}}(1) = \frac{P_{\text{ст.уд}}}{\varpi_{\text{ид}}} = \frac{17,3}{2,6} = 8,65 \text{ кВт} / \text{м}^2$$

Для ленточного зигзагообразного направления отношение $\frac{\varpi}{\varpi_{\text{ид}}} = 0,51$, удельная

поверхностная мощность печи $\varpi = 0,51 \varpi_{\text{ид}} = 0,51 * 2 = 1,02 \text{ вт} / \text{см}^2$

Выбираем ленту с отношением сторон $m = b / a = 10$.

Рассчитываем размер ленты:

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					35

$$a = \sqrt[3]{\frac{10^5 \text{ qt } P^2}{2m(m+1)u^2 \varpi}} = \sqrt[3]{\frac{10^5 * 1,3 * 22,5^2}{2,10 * 11 * 120^2 * 1,02}} = \sqrt[3]{22,6} = 2,83 \text{ мм}$$

Выбираем ближайшее сечение нагревателя 3x30 мм с закругленными концами.

Площадь сечения нагревателя

$$Q = 0,97 \text{ m}^2 \text{ мм}^2 = 0,97 * 10 * 9 = 87,3 \text{ мм}^2.$$

Сопротивление нагревателя зоны

$$R_3 = \frac{v_3^2}{P_3 * 10^3} = \frac{120^2}{8 * 10^3} = 1,5 \text{ ом}$$

3.2. Тепловой расчет печи

Для теплового расчета и определения мощности печи необходимо знать коэффициенты теплопроводности и удельные теплоемкости материалов кладки и деталей.

а) Коэффициенты теплопроводности λ ккал/м*час*град приняты следующие: кирпич шамотный легковесный (объемный вес 1300 кг/м³)

$$\lambda = 0,27 + 0,00041 t_{cp};$$

ультралегковес (объемный вес 400 кг/м³)

$$\lambda = 0,08 + 0,00014 t_{cp};$$

плиты минераловатные «КЧ» (объемный вес 350 кг/м³)

$$\lambda = 0,065 + 0,0002 t_{cp};$$

Теплопроводность материала кожуха печи (сталь) принимается равное 30 ккал/м*час*град.

б) Удельная теплоемкость с ккал/кг*град:

Теплоемкость материалов кладки мало зависит от температуры. Ее можно принять для всех материалов равной 0,22 ккал/кг*град; среднюю теплоемкость стали (кожуха печи). Принимаем 0,11 ккал/кг*град; среднюю теплоемкость деталей (валов) при 20⁰ принимаем 0,11, а при 900-1000⁰ 0,17 ккал/кг*град. Сред-

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					36

ную теплоемкость жароупорных корзин принимаем 0,14 ккал/кг град. Тепловые потери. Печь теряет тепло через кладку и через разгрузочное окно.

в) Потери через кладку рассчитываем по частям. Для этого кладку делаем на следующие расчетные участки: стенку, под и крышку печи. Потери через стенку. Стенка состоит из трех слоев: плит «КЧ», ультралегковеса и шамота-легковеса.

Площади раздела:

$$F_{BH} = 3,14 * 0,85 * 0,98 = 2,62 \text{ м}^2;$$

$$F_2 = 3,14 * 1 * 1,06 = 3,33 \text{ м}^2;$$

$$F_3 = 3,14 * 1,23 * 1,18 = 4,55 \text{ м}^2;$$

$$F_H = 3,14 * 1,53 * 1,4 = 6,72 \text{ м}^2.$$

Средние расчетные площади:

$$F_{1cp} = \sqrt{F_{BH} F_2} = \sqrt{2,62 * 3,33} = 2,953 \text{ м}^2;$$

$$F_{2cp} = \sqrt{F_2 F_3} = \sqrt{3,33 * 4,55} = 3,889 \text{ м}^2;$$

$$F_{3cp} = \sqrt{F_3 F_H} = \sqrt{4,55 * 6,72} = 5,753 \text{ м}^2.$$

Коэффициенты теплопроводности материалов кладки зависят от температур, которые еще не известны.

Для расчета задаемся температурами слоев стенки.

Температуру внутренней поверхности стенки, на которой подвешены нагреватели, принимаем равной 970⁰С, рабочую температуру печи 1300⁰С; температуру помещения, где установлена печь, 20⁰С. Температуру пограничной поверхности между первым и вторыми слоями предполагаем равной $t_{12} = 830^0\text{С}$, температуру пограничной поверхности между вторым и третьим слоями $t_{23} = 410^0\text{С}$ и температуру наружной поверхности стенки (кожуха печи) $t_H = 60^0\text{С}$. Таким образом, считаем, что $t_B = 970^0\text{С}$; $t_{12} = 830^0\text{С}$; $t_{23} = 410^0\text{С}$;

Средние расчетные температуры:

Первый слой

$$t_1 = \frac{t_B + t_{12}}{2} = \frac{970 + 830}{2} = 900^0\text{С};$$

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					37

Второй слой

$$t_2 = \frac{t_{12} + t_{23}}{2} = \frac{830 + 410}{2} = 620^0 C;$$

Третий слой

$$t_3 = \frac{t_{23} + t_H}{2} = \frac{410 + 60}{2} = 235^0 C;$$

Коэффициенты теплопроводности:

$$\lambda_1 = 0,27 + 0,00041t_1 = 0,27 + 0,00041 * 900 = 0,64 \text{ ккал/м} * \text{ час} * \text{ град};$$

$$\lambda_2 = 0,08 + 0,00014t_2 = 0,08 + 0,00014 * 620 = 0,16 \text{ ккал/м} * \text{ час} * \text{ град};$$

$$\lambda_3 = 0,065 + 0,0002t_3 = 0,065 + 0,0002 * 235 = 0,112 \text{ ккал/м} * \text{ час} * \text{ град}.$$

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стенки (вертикальной при $t_H = 60^0 C$ и $t_0 = 20^0 C$) $\alpha_2 = 10.5 \text{ ккал/м}^2 \text{ час} * \text{ град}.$

Тепловой поток через стенку печи

$$P = \frac{t_B - t_0}{R},$$

где R – тепловое сопротивление;

$$R = R_B + R_1 + R_2 + R_3 + R_H;$$

Здесь, $R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1 F_1}$; $R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2 F_2}$; ... и т.д. – сопротивление теплопередаче

первого, второго, и других слоев стенки;

λ – коэффициент теплопроводности материала слоя;

F – Средняя расчетная площадь слоя;

δ – толщина слоя;

$R_B = \frac{1}{\alpha_1 * F_{BH}}$; $R_H = \frac{1}{\alpha_2 * F_{BH}}$; - сопротивления тепло перехода внутренней

поверхности стенки от рабочего пространства и наружной поверхности в окружающее пространство;

α_2 – коэффициент теплоотдачи от наружной стенки к окружающему воздуху. Так как температура внутренней поверхности печи задана (970^0), то

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					38

при расчете теплового потока через стенку сопротивление тепло перехода от печного пространства к стенке не принимается во внимание и в расчетной формуле R_v отсутствует:

$$P_c = \frac{t_B - t_0}{R} = \frac{t_B - t_0}{R + R_2 + R_3 + R_H} = \frac{t_B - t_0}{\frac{\delta_1}{\lambda_1 F_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2 F_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3 F_3} + \frac{1}{\alpha_2 F_H}} =$$

$$= \frac{970 - 20}{\frac{0,075}{0,64 * 2,958} + \frac{0,115}{0,16 * 3,889} + \frac{0,15}{0,112 * 5,753} + \frac{1}{10,5 * 6,72}} =$$

$$= \frac{950}{0,04 + 0,185 + 0,234 + 0,014} = 2008 \text{ ккал/час}$$

Проверяем температуру кладки:

$$t_{12} = t_B - PR_1 = 970 - 2008 * 0,04 = 879^{\circ}\text{C};$$

$$t_{23} = t_{12} - PR_2 = 879 - 2008 * 0,185 = 508^{\circ}\text{C};$$

$$t_H = t_0 - PR_H = 20 + 2008 * 0,014 = 48^{\circ}\text{C}.$$

Полученные температуры значительно отличаются от предварительно принятых температур, поэтому необходимо сделать перерасчет.

Для пересчета принимаем: $t_B = 970^{\circ}\text{C}$; $t_{12} = 880^{\circ}\text{C}$; $t_{23} = 520^{\circ}\text{C}$; $t_H = 50^{\circ}\text{C}$.

Тогда средние температуры будут:

$$t_1 = \frac{t_B + t_{12}}{2} = \frac{970 + 880}{2} = 925^{\circ}\text{C};$$

$$t_2 = \frac{t_{12} + t_{23}}{2} = \frac{880 + 520}{2} = 700^{\circ}\text{C};$$

$$t_3 = \frac{t_{23} + t_H}{2} = \frac{520 + 50}{2} = 285^{\circ}\text{C};$$

Коэффициенты теплопроводности слоев кладки:

$$\lambda_1 = 0,27 + 0,00041 * 925 = 0,27 + 0,38 = 0,65 \text{ ккал/м * час * град};$$

$$\lambda_2 = 0,08 + 0,00014 * 700 = 0,08 + 0,0958 = 0,18 \text{ ккал/м * час * град};$$

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					39

$$\lambda_3 = 0,065 + 0,0002 * 285 = 0,065 + 0,055 = 0,12 \text{ ккал/м} * \text{ час} * \text{ град.}$$

$$\alpha_2 = 9,9 \text{ (по табл. при } t_n = 50^0 \text{ для вертикальной стенки).}$$

Тепловой поток

$$P_C = \frac{t_B - t_0}{R} = \frac{970 - 20}{\frac{0,075}{0,65 * 2,958} + \frac{0,115}{0,16 * 3,889} + \frac{0,15}{0,12 * 5,753} + \frac{1}{9,9 * 6,72}} =$$

$$= 2178 \text{ ккал/час}$$

Проверяем температуры:

$$t_{12} = t_B - PR_1 = 970 - 2178 * 0,04 = 883^0\text{C};$$

$$t_{23} = t_{12} - PR_2 = 879 - 2178 * 0,164 = 526^0\text{C};$$

$$t_n = t_0 - PR_n = 20 + 2178 * 0,015 = 53^0\text{C}.$$

Полученные температуры соответствуют заданным, и, следовательно, температуры выбраны правильно. Таким образом, потери через стенку печи $P_c = 2178 \text{ ккал/час}$; $t_1 = t_B = 970^0\text{C}$; $t_2 = 880^0\text{C}$; $t_B = 520^0\text{C}$; $t_n = 53^0\text{C}$.

Потери через под. Под состоит из трех слоев: плит «КЧ», ультра легковеса, шамота – легковеса.

Площади раздела:

$$F_B = \pi^2 = 3,14(0,425)^2 = 0,542 \text{ м}^2;$$

$$F_2 = 3,14(0,53)^2 = 0,882 \text{ м}^2;$$

$$F_3 = 3,14(0,59)^2 = 1,092 \text{ м}^2;$$

$$F_H = 3,14(0,7)^2 = 1,47 \text{ м}^2.$$

Средние расчетные площади:

$$F_{1cp} = \sqrt{F_B F_2} = \sqrt{0,542 * 0,882} = 0,2186 \text{ м}^2;$$

$$F_{2cp} = \sqrt{F_2 F_3} = \sqrt{0,882 * 1,092} = 0,31 \text{ м}^2;$$

$$F_{3cp} = \sqrt{F_3 F_H} = \sqrt{1,092 * 1,47} = 1,267 \text{ м}^2.$$

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					40

Задаемся следующими температурами: $t_B = 970^{\circ}\text{C}$; $t_{12} = 860^{\circ}\text{C}$; $t_{23} = 330^{\circ}\text{C}$; $t_H = 40^{\circ}\text{C}$. Тогда средние расчетные температуры слоев:

$$t_1 = \frac{t_B + t_{12}}{2} = \frac{970 + 860}{2} = 915^{\circ}\text{C};$$

$$t_2 = \frac{t_{12} + t_{23}}{2} = \frac{860 + 330}{2} = 595^{\circ}\text{C};$$

$$t_3 = \frac{t_{23} + t_H}{2} = \frac{330 + 40}{2} = 185^{\circ}\text{C}.$$

Определяем коэффициенты теплопроводности слоев кладки:

$$\lambda_1 = 0,27 + 0,00041 * 915 = 0,27 + 0,38 = 0,65 \text{ ккал/м} * \text{ час} * \text{ град};$$

$$\lambda_2 = 0,08 + 0,00014 * 595 = 0,08 + 0,08 = 0,16 \text{ ккал/м} * \text{ час} * \text{ град};$$

$$\lambda_3 = 0,065 + 0,0002 * 185 = 0,065 + 0,037 = 0,1 \text{ ккал/м} * \text{ час} * \text{ град}.$$

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности пода при 50°C для низа горизонтальной стенки $\alpha_H = 7,4 \text{ ккал/м}^2 \text{ час} * \text{ град}$.

Тепловой поток через под печи:

$$P_H = \frac{t_B - t_0}{R} = \frac{t_B - t_0}{R + R_2 + R_3 + R_H} = \frac{t_B - t_0}{\frac{\delta_1}{\lambda_1 F_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2 F_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3 F_3} + \frac{1}{\alpha_2 F_H}} =$$

$$= \frac{970 - 20}{\frac{0,07}{0,65 * 0,2186} + \frac{0,15}{0,16 * 0,81} + \frac{0,18}{0,1 * 1,267} + \frac{1}{7,4 * 1,47}} =$$

$$= \frac{950}{0,5 + 2,62 + 1,42 + 0,09} = 205 \text{ ккал / час}$$

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					41

Проверяем температуры:

$$t_{12} = t_b - PR_1 = 970 - 205 * 0,5 = 970 - 103 = 867^0C;$$

$$t_{23} = t_{12} - PR_2 = 867 - 205 * 2,62 = 867 - 537 = 330^0C;$$

$$t_H = t_0 - PR_H = 20 + 205 * 0,09 = 20 + 18 = 38^0C.$$

Полученные температуры совпадают с заданными.

Принимаем тепловой поток через под печи $Q_n = 205$ ккал/час. Потери тепла через крышку печи. В крышке печи также имеется три слоя:

Шамот – легковес, ультра легковес и плиты «КЧ».

Площади раздела:

$$F_B = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14(0,5)^2}{4} = 0,196 м^2;$$

$$F_2 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14(0,792)^2}{4} = 0,491 м^2;$$

$$F_3 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14(0,92)^2}{4} = 0,663 м^2;$$

$$F_H = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14(1,25)^2}{4} = 1,23 м^2.$$

Средние расчетные площади:

$$F_{1cp} = \sqrt{0,196 * 0,491} = \sqrt{0,0962} = 0,31 м^2;$$

$$F_{2cp} = \sqrt{0,491 * 0,663} = \sqrt{0,327} = 0,57 м^2;$$

$$F_{3cp} = \sqrt{1,092 * 1,47} = \sqrt{1,605} = 0,4 м^2;$$

Задаемся температурами $t_b = 970^0C$; $t_{12} = 700^0C$; $t_{23} = 370^0C$; $t_H = 60^0C$.

Определяем средние расчетные температуры:

$$t_1 = \frac{t_b + t_{12}}{2} = \frac{970 + 700}{2} = 835^0C;$$

$$t_2 = \frac{t_{12} + t_{23}}{2} = \frac{700 + 370}{2} = 535^0C;$$

$$t_3 = \frac{t_{23} + t_H}{2} = \frac{360 + 50}{2} = 205^0C.$$

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					42

Определяем коэффициенты теплопроводности слоев:

$$\lambda_1 = 0,27 + 0,00041 * 835 = 0,27 + 0,34 = 0,61 \text{ ккал/м} * \text{час} * \text{град};$$

$$\lambda_2 = 0,08 + 0,00014 * 530 = 0,08 + 0,075 = 0,155 \text{ ккал/м} * \text{час} * \text{град};$$

$$\lambda_3 = 0,065 + 0,0002 * 205 = 0,065 + 0,041 = 0,106 \text{ ккал/м} * \text{час} * \text{град}.$$

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности крышки при 50⁰С для верха горизонтальной стенки принимаем: $\alpha_n = 11,3 \text{ ккал/м}^2\text{час} * \text{град}.$

Тепловой поток через крышку печи:

$$P_k = \frac{970 - 20}{\frac{0,115}{0,61 * 0,31} + \frac{0,65}{0,155 * 0,57} + \frac{0,065}{0,106 * 0,9} + \frac{1}{11,3 * 1,23}} =$$
$$= \frac{950}{0,608 + 0,74 + 0,68 + 0,072} = 451 \text{ ккал / час}$$

Проверяем выбранные температуры:

$$t_{12} = 970 - 451 * 0,608 = 970 - 274 = 696^0\text{С};$$

$$t_{23} = 696 - 451 * 0,74 = 696 - 324 = 372^0\text{С};$$

$$t_n = 20 + 451 * 0,072 = 20 + 32 = 52^0\text{С}.$$

Температуры выбраны правильно. Тепловой поток через крышку печи $P_k = 451 \text{ ккал/час}.$ Потери тепла через загрузочное окно. Расчет потерь лучеиспусканием производится по формуле Стефана – Больцмана:

$$Q_l = C \left[\left(\frac{T_{nl}}{100} \right)^2 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right] F \text{ ккал / час}$$

где Q_l – тепловой поток отверстия;

C – Коэффициент лучеиспускания; отверстие в стенке печи можно считать за абсолютно черное тело и принять $C = 4,9 \text{ ккал/час} * \text{К}^4;$

T_n – абсолютная температура рабочего пространства печи; $T_n = t_n + 273;$

T_0 – абсолютная температура среды, окружающей печь; $T_0 = t_0 + 273;$

F – эффективная площадь отверстия, равная действительной площади $F_0,$ умноженной на коэффициент диафрагмирования, т. е.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					43

$$F = F_0 * \Phi$$

Коэффициент диафрагмирования Φ зависит от отношения размеров отверстия – ширины и высоты – к толщине стенки; принимаем $\Phi = 0,75$.

Действительная площадь отверстия:

$$F_0 = \frac{3,14 * (0,7)^2}{4} = 0,384 \text{ м}^2.$$

Эффективная площадь отверстия:

$$F = F_0 * \Phi = 0,384 * 0,75 = 0,288 \text{ м}^2.$$

Определяем тепловые потери:

$$Q_{\text{л}} = 4,9 * [(\frac{970 + 273}{100})^4 - (\frac{20 + 273}{100})^4] * 0,288 = 4,9(23872 - 73,70) * 0,288 = 4,9 * 23798,3 * 0,288 = 33794 \text{ ккал / час.}$$

Часовая потеря тепла через отверстие будет:

$$Q_{\text{откр}} = Q_{\text{л}} \frac{z_{\text{откр}}}{z_{\text{цикла}}},$$

где $z_{\text{откр}}$ – время открытия печи за цикл составляет 0,2 часа;

$z_{\text{цикла}}$ – время цикла – 4 часа.

$$\text{Тогда: } Q_{\text{откр}} = 33794 \frac{0,2}{4} = 1690 \text{ ккал / час.}$$

Определение общих тепловых потерь печи:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{кл}} + Q_{\text{откр}};$$

$$Q_{\text{кл}} = P_{\text{стен}} + P_{\text{пода}} + P_{\text{крышки}} = 2178 + 205 + 451 = 2834 \text{ ккал/час.}$$

$$Q_{\text{общ}} = 2834 + 1690 = 4524 \text{ ккал/час,}$$

что соответствует мощности 5,2 кВт. Неучтенные потери принимаем в размере 20% от учтенных:

$$Q_{\text{неучт}} = 4524 * 20 = 905 \text{ ккал/час или } 5,2 * 0,2 \approx 1,1 \text{ кВт.}$$

Полные потери печи:

$$Q_{\text{пот}} = Q + Q_{\text{неучт}} = 4524 + 905 = 5429 \text{ ккал/час или } 5,2 + 1,1 = 6,3 \text{ кВт.}$$

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					44

Определим мощность печи и мощность нагрева деталей. Одновременно в печь загружается 6 деталей весом 2 кг.

Прирост теплосодержания:

$$I = c(t_k - t_n) = 0,17(1200 - 20) = 0,17 * 1200 = 204 \text{ ккал/час.}$$

Тепло, аккумулярованное загрузкой, будет:

$$Q_{\text{садки}} = GI = 2 * 153 = 408 \text{ ккал.}$$

Так как время нагрева деталей 1 час, то

$$Q_{\text{садки}} = \frac{408}{1} = 408 \text{ ккал/час, или 8 квт.}$$

Мощность на нагрев корзин подсчитывается следующим образом. В печь нагружаются две корзины весом 60кг. Средняя удельная теплоемкость материала корзин $c = 0,14 \text{ ккал/кг} * \text{град.}$ Прирост теплосодержания:

$$I = 0,14 * (1200 - 20) = 126 \text{ ккал/кг.}$$

$$Q_{\text{кор}} = 126 * 60 = 7560 \text{ ккал, или 8,2 квт.}$$

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					45

IV. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Исходные данные формируются по данным конкретного предприятия или на основании действующих и перспективных типовых проектов мастерских и технологии технического сервиса и включают:

- площадь здания мастерской и его балансовую стоимость на момент проектирования;
- производственную площадь существующего участка по ремонту двигателей; перечень, количество, балансовую стоимость и установленную мощность токоприемников основного ремонтно-технологического оборудования, ценного инструмента и приспособлений участка;
- производственную программу существующего и проектируемого участков;
- нормы амортизационных отчислений и отчислений на содержание и ремонт зданий, оборудования и инструмента;
- нормы расхода материалов и запасных частей на ТО и ремонт до и после внедрения разработки;
- часовые тарифные ставки основных производственных рабочих;
- проценты дополнительной заработной платы и начислений на социальную защиту;
- коэффициент повышения моторесурса при внедрении разработки;
- стоимость единицы производственно-технических ресурсов (запчастей и материалов, электроэнергии, воды, газа, тепла и т.д.).

Реализация данного проекта предполагает экономическую оценку проекта участка мастерской с.-х. предприятия, его технического оснащения и совершенствования организации и технологии ремонта машин и их составных частей, которые позволят снизить потребность в дорогостоящих запасных частях и повысить качество отремонтированных двигателей.

Основные исходные данные приведены в таблице 1.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					46

Таблица 1 – Исходные данные хозяйства

	Наименование показателя	Значение показателя по вариантам	
		исходный	проектируемый
1.	Производственная площадь мастерской, м ²	4800	
2.	Производственная площадь участка, м ²	108	156
3.	Производственная программа участка, штук	18	25
		14	24
		3	6
4.	Нормы расхода запасных частей на 10 двигателей, штук: коленчатых валов гильз цилиндров	8	1
		40	15
5.	Средняя стоимость новых деталей, руб.: коленчатых валов гильз цилиндров	5700	
		440	
6.	Увеличение ресурса отремонтированного двигателя, %	-	35

Расчёт себестоимости единицы ТО или ремонта по изменяющимся статьям

Расчет себестоимости производится по одному виду продукции. Если мастерская осуществляет ремонт нескольких марок, то программа выражается в приведенных единицах ремонта, за которую принимается двигатель, занимающий в общем объеме работ наибольший удельный вес. По этой марке двигателя определяется себестоимость его ремонта. Расчет программы в приведенных единицах (ремонта или обслуживания) производится по следующей формуле:

$$N_{np} = \frac{\sum (T_{дв} \cdot N_{дв})}{T_{mp}}$$

где N_{np} — количество приведенных ремонтов, шт.;

$T_{дв}$ - трудоемкость ремонта каждой марки двигателей, чел.-ч.;

$N_{дв}$ - программа ремонта каждой марки двигателей, шт.;

T_{np} - трудоемкость единицы определенного вида продукции, к которой приводится вся программа, чел.-ч.

$$N_{про} = \frac{89 \cdot 18 + 116 \cdot 21 + 57 \cdot 3}{89} = 47 \text{ (пр.рем.)}$$

Аналогично производится расчет производственной программы в приведенных единицах ремонта и по исходному варианту.

$$N_{пр1} = \frac{89 \cdot 25 + 116 \cdot 24 + 57 \cdot 6}{84} = 64 \text{ (пр.рем.)}$$

Расчет себестоимости ремонта двигателя по калькуляционным статьям должен учитывать только те затраты, которые изменяются в связи с предлагаемой технологией или организацией работ. При этом общепроизводственные и общехозяйственные расходы должны быть скорректированы прямым счетом по изменяющимся статьям (их пересчет пропорционально зарплате основных рабочих не допускается).

Затраты на ремонтные материалы

Затраты на ремонтные материалы ($C_{рм}$) определяются по формуле:

$$C_{рм} = (H_m \cdot C_m - H_o \cdot C_o),$$

где H_m, H_o — нормы расхода основных материалов и реализуемых отходов на один двигатель в натуральных единицах измерения;

C_m, C_o - цена единицы основных материалов и единицы реализуемых отходов по прейскуранту или договору, сум.

Заработанная плата производственным рабочим

Заработанная плата производственным рабочим (Z_p) определяется по формуле:

$$Z_p = T_p \cdot P_{ср},$$

где T_p — трудоемкость ремонта двигателя, чел.-ч.;

$P_{ср}$ — часовая тарифная ставка среднего разряда, руб.

Часовая тарифная ставка по среднему разряду ($P_{ср}$) определяется по формуле:

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					48

$$P_{cp} = \frac{P_1 \cdot M_1 + P_2 \cdot M_2 + \dots + P_6 \cdot M_6}{M_1 + M_2 + \dots + M_6}$$

где: P_1, \dots, P_6 - часовые тарифные ставки рабочих соответствующих разрядов по установленной тарифной сетке, сум/ч;

M_1, \dots, M_6 - число рабочих соответствующих разрядов, участвующих в ремонте калькулируемого двигателя или трудоемкость работ соответствующего разряда, чел. (чел -ч).

$$P_{cp0} = \frac{30 \cdot 1 + 32,5 \cdot 1 + 35 \cdot 1}{3} = 32,5 \text{ (сум/час)}$$

$$P_{cp1} = \frac{30 \cdot 1 + 32,5 \cdot 1 + 35 \cdot 2}{4} = 33,5 \text{ (сум/час)}$$

$$З_{p0} = 89 \times 32,5 = 2893 \text{ сум.}$$

$$З_{p1} = 98 \times 33,5 = 3283 \text{ сум.}$$

Дополнительная зарплата производственным рабочим

Определяется в процентах к основной зарплате. Величина процента берется по фактическим данным предприятия (8,9%)

$$З_{d0} = 2893 \times 0,089 = 257 \text{ сум.}$$

$$З_{d1} = 3283 \times 0,089 = 292 \text{ сум.}$$

Социальный налог начисляется в установленном размере в 25,8% от суммы основной и дополнительной зарплаты производственных рабочих

$$З_{n0} = (2893 + 257) \times 0,258 = 813 \text{ сум.}$$

$$З_{n1} = (3283 + 292) \times 0,258 = 922 \text{ сум.}$$

Затраты на силовую электроэнергию

Затраты на силовую электроэнергию ($З_{эл}$) рассчитываются укрупнено по формуле на основании установленной на оборудовании участка мощности токоприемников:

$$З_{эл} = \frac{(F_c \cdot K_c \cdot K_{ob} \cdot \Phi_{ld})}{N_{np}}$$

где F_c – установленная мощность, оборудования, кВт;

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					49

$K_c, K_{об}$ – средние коэффициенты соответственно спроса и использования оборудования (определяется опытным путем по данным работы действующих предприятий);

$C_э$ – стоимость одного кВт ч электроэнергии, сум.;

$\Phi_{до}$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч.;

$N_{пр}$ – производственная программа мастерской, шт. (приведенных ремонтов; условных ремонтов).

$$Z_{эл.д} = \frac{(62,7 \cdot 0,6 \cdot 0,87 \cdot 2040) \cdot 1,4}{47} = 1989 \text{ сум}$$

$$Z_{эл.0} = \frac{(107,2 \cdot 0,6 \cdot 0,87 \cdot 2040) \cdot 1,4}{64} = 2496 \text{ сум}$$

Амортизационные отчисления

Амортизационные отчисления (Z_{ao}) и отчисления на ремонты (капитальный и текущий) (Z_p) основных производственных фондов определяются по следующим формулам:

$$Z_{эл.д} = \frac{C_{зд} H_{зд}^{00} + C_{об} H_{об}^{00} + C_{ни} H_{ни}^{00}}{100 \cdot N_{пр}}$$

$$Z_p = \frac{C_{зд} H_{зд}^p + C_{об} H_{об}^p + C_{ни} H_{ни}^p}{100 \cdot N_{пр}}$$

где $C_{зд}, C_{об}, C_{ни}$ – балансовая стоимость здания, оборудования, ценного инструмента, приспособлений и инвентаря, сум.;

$\frac{C_{зд} H_{зд}^{00} + C_{об} H_{об}^{00} + C_{ни} H_{ни}^{00}}{100 \cdot N_{пр}}$ – средняя норма амортизационных отчислений соответственно здания, оборудования, ценного инструмента, приспособлений и инвентаря, %;

$\frac{C_{зд} H_{зд}^p + C_{об} H_{об}^p + C_{ни} H_{ни}^p}{100 \cdot N_{пр}}$ – средняя норма отчислений на ремонт соответственно здания, оборудования, ценного инструмента, приспособлений и инвентаря, %.

$$Z_{эл.д} = \frac{126000 \cdot 2,5 + 265000 \cdot 6 + 5400 \cdot 12,5}{100 \cdot 47} = 420 \text{ сум}$$

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					50

$$Z_{эл.д} = \frac{182000 \cdot 2,5 + 850000 \cdot 6 + 15000 \cdot 12,5}{100 \cdot 64} = 897 \text{ сум}$$

$$Z_{эл.д} = \frac{126000 \cdot 2,5 + 265000 \cdot 12,5 + 265000 \cdot 20}{100 \cdot 47} = 889 \text{ сум}$$

$$Z_{эл.д} = \frac{126000 \cdot 4,5 + 850000 \cdot 6,5 + 15000 \cdot 12,5}{100 \cdot 64} = 1021 \text{ сум}$$

Себестоимость ремонта объекта по каждой статье сводится в таблицу.

Таблица 2 – Себестоимость ремонта двигателя Д-240 по изменяющимся статьям

№	Наименование статьи	Себестоимость ре- монта по соответ- ствующему варианту (C_{y0}),	Себестоимость ремонта по проекту (C_{y1}), .
1.	Ремонтные материалы	83,4	78,9
2.	Запасные части	1345	192
3.	Транспортно-заготовительные рас- ходы	254	48
4.	Основная зарплата производствен- ных рабочих	2893	3283
5.	Дополнительная зарплата произ- водственных рабочих	257	292
6.	Отчисление соцстраху от зарплаты производственных рабочих	813	922
7.	Электроэнергия	1989	2496
8.	Амортизационные отчисления	420	897
9.	Капитальные и текущие ремонты	889	1021
	Итого:	8943	9230

Расчет экономической эффективности проекта

Расчет экономической эффективности от применения новых технологий и способов организации производства, производится по следующим формулам:

Годовая экономия от снижения себестоимости

Годовая экономия от снижения себестоимости (\mathcal{E}_2) ремонта двигателя рассчитыывается по формуле:

$$\mathcal{E}_2 = (C_{y0} - C_{y1}) \cdot Nnp_1,$$

Если в результате внедрения прогрессивных технологий или способов организации производства повышается моторесурс двигателя, то

$$\mathcal{E}_2 = (C_{y0} \cdot kp - C_{y1}) \cdot Nnp_1,$$

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата		Лист
						51

где C_{y0} , C_{y1} - себестоимость ремонта двигателя соответственно в исходном и проектируемом предприятии по изменяющимся статьям, сум.;

N_{np1} - годовой объем ремонта двигателей по проекту, шт.;

k_p - коэффициент учитывающий повышение моторесурса двигателя (принимается равным 1,35).

$$\mathcal{E}_2 = (8943 \cdot 1,35 - 9230) \cdot 64 = 181955,2 \text{ сум.},$$

Годовой экономический эффект от снижения приведенных затрат

Годовой экономический эффект от снижения приведенных затрат определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = [(C_{y0} + E_n K_{y0}) k_p - (C_{y1} + E_n K_{y1})] \cdot N_{np1},$$

где E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный ставке рефинансирования, увеличенной на процент обслуживания кредита;

K_{y0} , K_{y1} - удельные капиталовложения в исходном и проектируемом вариантах, которые определяются путем деления общей суммы капиталовложений на годовой объем ремонта двигателей в натуральных единицах

($K_y = K/N_{np}$), сум.

$$\mathcal{E} = (8943 + 0,24 \cdot 396400/47) \cdot 1,35 - (9230 + 0,24 \cdot 1041000/64) = 105565 \text{ сум.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений

При условии, если $K_1 > K_0$

$$T_{ок} = \frac{K_1 - K_0}{\mathcal{E}_2}$$

где K_0 , K_1 — полные капиталовложения, соответственно по существующей и проектируемой технологии или организации производства, сум.;

$T_{ок}$ - срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет.

$$T_{ок} = \frac{1047000 - 396400}{181955,2} = 3,6 \text{ года}$$

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					52

V. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В процессе жизнедеятельности человек подвергается воздействию различных опасностей, под которыми обычно понимают явления, процессы, объекты, способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно, т.е. вызывать различные нежелательные последствия.

Человек подвергается воздействию опасностей и в своей трудовой деятельности. Эта деятельность осуществляется в пространстве, называемом производственной средой. В условиях производства на человека в основном действуют техногенные, т.е. связанные с техникой, опасности, которые принято называть опасными и вредными производственными факторами.

Опасным производственным фактором (ОПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Травма – это повреждение тканей организма и нарушение его функций внешним воздействием. Травма является результатом несчастного случая на производстве, под которым понимают случай воздействия опасного производственного фактора на работающего при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ.

Вредным производственным фактором (ВПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности. Заболевания, возникающие под действием вредных производственных факторов, называются *профессиональными*.

К опасным производственным факторам следует отнести, например:

- электрический ток определенной силы;
- раскаленные тела;
- возможность падения с высоты самого работающего либо различных деталей и предметов;
- оборудование, работающее под давлением выше атмосферного, и т.д.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					53

К вредным производственным факторам относятся:

- неблагоприятные метеорологические условия;
- запыленность и загазованность воздушной среды;
- воздействие шума, инфра- и ультразвука, вибрации;
- наличие электромагнитных полей, лазерного и ионизирующих излу-

чений и др.

Все опасные и вредные производственные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 подразделяются на физические, химические, биологические и психофизиологические.

К *физическим* факторам относят электрический ток, кинетическую энергию движущихся машин и оборудования или их частей, повышенное давление паров или газов в сосудах, недопустимые уровни шума, вибрации, инфра- и ультразвука, недостаточную освещенность, электромагнитные поля, ионизирующие излучения и др.

Химические факторы представляют собой вредные для организма человека вещества в различных состояниях.

Биологические факторы – это воздействия различных микроорганизмов, а также растений и животных.

Психофизиологические факторы – это физические и эмоциональные перегрузки, умственное перенапряжение, монотонность труда.

Четкой границы между опасным и вредным производственными факторами часто не существует. Рассмотрим в качестве примера воздействие на работающего расплавленного металла. Если человек попадает под его непосредственное воздействие (термический ожог), это приводит к тяжелой травме и может закончиться смертью пострадавшего. В этом случае воздействие расплавленного металла на работающего является согласно определению опасным производственным фактором.

Если же человек, постоянно работая с расплавленным металлом, находится под действием лучистой теплоты, излучаемой этим источником, то под влиянием

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					54

облучения в организме происходят биохимические сдвиги, наступает нарушение деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем. Кроме того, длительное воздействие инфракрасных лучей вредно влияет на органы зрения – приводит к помутнению хрусталика. Таким образом, во втором случае воздействие лучистой теплоты от расплавленного металла на организм работающего является вредным производственным фактором.

*Состояние условий труда, при котором исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов, называется **безопасностью труда***. Безопасность жизнедеятельности в условиях производства имеет и другое название – ***охрана труда***. В настоящее время последний термин считается устаревшим, хотя вся специальная отечественная литература, изданная приблизительно до 1990 г., использует именно его.

Будучи комплексной дисциплиной, «Охрана труда» включала следующие разделы: производственная санитария, техника безопасности, пожарная и взрывная безопасность, а также законодательство по охране труда. Кратко охарактеризуем каждый из этих разделов.

Производственная санитария – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Техника безопасности – система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

Пожарная и взрывная безопасность – это система организационных и технических средств, направленных на Профилактику и ликвидацию пожаров и взрывов, ограничение их последствий.

Законодательство по охране труда составляет часть трудового законодательства.

Одна из самых распространенных мер по предупреждению неблагоприятного воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов –

Изм.	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					55

использование средств коллективной и индивидуальной защиты. Первые из них предназначены для одновременной защиты двух и более работающих, вторые – для защиты одного работающего. Так, при загрязнении пылью воздушной среды в процессе производства в качестве коллективного средства защиты может быть рекомендована обще обменная приточно-вытяжная вентиляция, а в качестве индивидуального – респиратор.

Существующие нормативы безопасности делятся на две большие группы: *предельно допустимые концентрации* (ПДК), характеризующие безопасное содержание вредных веществ химической и биологической природы в воздухе рабочей зоны, а также *предельно допустимые уровни* (ПДУ) воздействия различных опасных и вредных производственных факторов физической природы (шум, вибрация, ультра- и инфразвук, электромагнитные поля, ионизирующие излучения и т.д.).

По особому нормируются психофизиологические опасные и вредные производственные факторы. Они могут быть охарактеризованы параметрами трудовых (рабочих) нагрузок и (или) показателями воздействия этих нагрузок для человека.

В практических целях нормативы безопасности применяются следующим образом. Предположим, нужно определить, является ли безопасным для работающих воздух рабочей зоны, в котором содержатся пары бензина. По нормативным документам (ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования») находят, что величина предельно допустимой (безопасной) концентрации (ПДК) этого вещества составляет 100 мг/м^3 . Если действительная концентрация бензина в воздухе не превышает этого значения (например, составляет 90 мг/м^3), то такой воздух является безопасным для работающих. В противном случае необходимо применить специальные меры для снижения повышенной концентрации паров бензина до безопасного значения (например, используя обще обменную приточно-вытяжную вентиляцию).

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					56

Основные методы борьбы с шумом, инфра- и ультразвуком и вибрацией

Рассмотрим основные методы борьбы с шумом, инфра- и ультразвуком, а также с вибрацией.

Различные механические, аэродинамические и электромагнитные явления являются причиной возникновения шумов. Механические шумы возникают при работе различных машин и механизмов и вызваны трением и соударениями составляющих их деталей, ударными процессами, используемыми в производстве (ковка, штамповка) и рядом других факторов. Аэродинамические и гидродинамические шумы возникают при течении газов и жидкостей. Электромагнитные шумы обычно сопровождают работу различных электрических установок. Перечислим основные способы, используемые для снижения шума в производственных помещениях.

Наиболее рациональный способ уменьшения шума – снижение звуковой мощности его источника (машины, установки, агрегата и т.д.).

Этот способ борьбы с шумом носит название *уменьшения шума в источнике его возникновения*. Снижение механических шумов достигается: улучшением конструкции машин и механизмов, заменой деталей из металлических материалов на пластмассовые, заменой ударных технологических процессов на безударные (например, клепку рекомендуется заменять сваркой, штамповку – прессованием и т.д.), применением вместо зубчатых передач в машинах и механизмах других видов передач (например, клиноременных) или использованием зубчатых передач, не издающих громких звуков (например, при использовании не прямозубых, а косозубых или шевронных шестерен), нанесением смазки на трущиеся детали и рядом других мероприятий.

Для уменьшения аэродинамических и гидродинамических шумов рекомендуются снижение скорости обтекания газовыми или воздушными потоками препятствий, улучшение аэродинамики тел, работающих в контакте с потоками; снижение скорости истечения газовой струи и уменьшение диаметра отверстия, из которого эта струя истекает; выбор оптимальных режимов работы насосов для

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					57

перекачивания жидкостей; правильное проектирование и эксплуатация гидросистем и ряд других мероприятий. Часто не удается уменьшить аэродинамические шумы в источнике их возникновения, поэтому приходится использовать другие методы борьбы с этими шумами (использование звукоизоляции источника, установка глушителей).

Электрические установки, приборы и агрегаты широко распространены в различных отраслях техники и в быту. При работе с ними необходимо соблюдать требования электробезопасности, которые представляют собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое действие. Первое заключается в нагреве и ожогах различных частей и участков тела человека, второе – в изменении состава (разложение) и свойств крови и других органических жидкостей. Биологическое действие электрического тока выражается в раздражении и возбуждении живых тканей организма и в нарушении протекания в нем различных внутренних биоэлектрических процессов. Примером таких нарушений может служить прекращение процесса дыхания и остановка сердца.

Электро травмы принято делить на общие (электрические удары) и местные, под которыми понимают четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги. Местные электро травмы – это электрические ожоги, электрические знаки на коже, металлизация кожи, механические повреждения и электро офтальмия.

Электрические ожоги вызываются протеканием тока через тело человека, особенно при непосредственном контакте тела с электрическим проводом, а также под воздействием на тело человека электрической дуги (дуговой ожог), температура которой достигает нескольких тысяч градусов. Приблизительно 2/3 всех электро травм сопровождается ожогами.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					58

На коже в тех местах, где проходил электрический ток, появляются электрические знаки, представляющие собой пятна серого или бледно-желтого цвета. Эти пятна, как правило, излечиваются, и с течением времени пораженная кожа приобретает нормальный вид. Такие знаки встречаются примерно у каждого пятого получившего электро травму.

Под действием электрической дуги в верхние слои кожи человека могут проникнуть мелкие расплавленные частицы металла. Такая электро травма носит название металлизации кожи и встречается приблизительно у каждого десятого пострадавшего.

Защита человека от поражения электрическим током

Безопасность при работе с электроустановками обеспечивается применением различных технических и организационных мер. Они регламентированы действующими правилами устройства электроустановок (ПУЭ). Технические средства защиты от поражения электрическим током делятся на коллективные и индивидуальные, на средства, предупреждающие прикосновение людей к элементам сети, находящимся под напряжением, и средства, которые обеспечивают безопасность, если прикосновение все-таки произошло.

Основные способы и средства *электрозащиты*:

- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;
- использование малых напряжений;
- электрическое разделение сетей;
- защитное заземление;
- выравнивание потенциалов;
- зануление;
- защитное отключение;
- средства индивидуальной электрозащиты.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					59

Изоляция токопроводящих частей – одна из основных мер электробезопасности. Согласно ПУЭ сопротивление изоляции токопроводящих частей электрических установок относительно земли должно быть не менее $0,5\text{--}10\text{ МОм}^1$.

Рабочей называется изоляция, обеспечивающая нормальную работу электрической установки и защиту персонала от поражения электрическим током. Двойная изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной, используется в тех случаях, когда требуется обеспечить повышенную электробезопасность оборудования (например, ручного электроинструмента, бытовых электрических приборов и т.д.). Сопротивление двойной изоляции должно быть не менее 5 МОм , что в 10 раз превышает сопротивление обычной рабочей. В ряде случаев рабочую изоляцию выполняют настолько надежно, что ее электросопротивление составляет не менее 5 МОм и потому она обеспечивает такую же защиту от поражения током, как и двойная. Такую изоляцию называют усиленной рабочей изоляцией.

Оказание первой помощи пораженному электрическим током

Если человек прикоснулся к токопроводящей части электроустановки и не может самостоятельно освободиться от воздействия тока, то присутствующим необходимо оказать ему помощь. Для этого следует быстро отключить электропроводку с помощью выключателя, рубильника и т.д. Если быстро отключить электроустановку от сети невозможно, оказывающий помощь должен отделить пострадавшего от токопроводящей части. При этом следует иметь в виду, что без применения необходимых мер предосторожности нельзя прикасаться к человеку, находящемуся в цепи тока, так как можно самому попасть под напряжение. Действовать следует таким образом.

Если пострадавший попал под действие напряжения до 1000 В , токопроводящую часть от него можно отделить сухим канатом, палкой или доской или оттянуть пострадавшего за одежду, если она сухая. Руки оказывающего помощь следует защитить диэлектрическими перчатками, на ноги необходимо надеть резиновую обувь или встать на изолирующую подставку (сухую доску). Если перечисленные меры не дали результата, допускается перерубить провод топором с

Изм.	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					60

сухой деревянной рукояткой или перерезать его другим инструментом с изолированными ручками.

При напряжении, превышающем 1000 В, лица, оказывающие помощь, должны работать в диэлектрических перчатках и обуви и оттягивать пострадавшего от провода специальными инструментами, предназначенными для данного напряжения (штангой или клещами). Рекомендуется также накоротко замкнуть все провода линии электропередачи, набросив на них соединенный с землей провод.

После освобождения пострадавшего от воздействия электрического тока ему оказывают доврачебную медицинскую помощь. Если получивший электро травму находится в сознании, ему необходимо обеспечить полный покой до прибытия врача или срочно доставить в лечебное учреждение. Если человек потерял сознание, но дыхание и работа сердца сохранились, пострадавшего укладывают на мягкую подстилку, расстегивают пояс и одежду, обеспечивая тем самым приток свежего воздуха, и дают нюхать нашатырный спирт, обрызгивают лицо холодной водой, растирают и согревают тело.

При редком и судорожном, а также ухудшающемся дыхании пострадавшему делают искусственное дыхание. При отсутствии признаков жизни искусственное дыхание сочетают с наружным массажем сердца.

В заключение главы укажем, что измерения уровня тока, напряжения, сопротивления, мощности и других параметров сети, осуществляемые с целью обеспечения безопасности работающих на электроустановках, проводят с использованием обычных амперметров, вольтметров, омметров, ваттметров и других приборов. Конструкции, принципы работы, области применения и методики измерений соответствующих электрических величин рассматриваются в курсах физики и электротехники.

Основные способы тушения пожаров

Рассмотрим основные способы тушения пожаров и применяемые при этом огнегасительные вещества.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					61

Для тушения пожара используют следующие средства: разбавление воздуха негорючими газами до таких концентраций кислорода, при которых горение прекращается; охлаждение очага горения ниже определенной температуры (температуры горения); механический срыв пламени струей жидкости или газа; снижение скорости химической реакции, протекающей в пламени; создание условий огнепреграждения, при которых пламя распространяется через узкие каналы.

Огнегасительными называют вещества, которые при введении в зону сгорания прекращают горение. Основные огнегасящие вещества и материалы – это вода и водяной пар, химическая и воздушно-механическая пены, водные растворы солей, негорючие газы, галоидоуглеводородные огнегасительные составы и сухие огнетушащие порошки.

Наиболее распространенным веществом, применяемым для тушения пожара, является вода. Она снижает температуру очага горения. При нагреве до 100°C 1 литра воды поглощается приблизительно $4 \cdot 10^5$ Дж теплоты, а при испарении – $22 \cdot 10^5$ Дж. Водяной пар (из 1 литра воды образуется около 1700 л пара) препятствует доступу кислорода к горящему веществу. Вода, подаваемая к очагу горения под большим давлением, механически сбивает пламя, что облегчает тушение пожара. Воду не применяют для тушения щелочных металлов (натрия, калия), карбида кальция, а также легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, плотность которых меньше плотности воды (бензин, керосин, ацетон, спирты, масла и др.), так как они всплывают на поверхность воды и продолжают гореть на поверхности. Вода хорошо проводит электрический ток, поэтому ее не используют для тушения электроустановок, находящихся под напряжением (это приводит к короткому замыканию).

Химическая пена образуется при взаимодействии растворов кислот и щелочей в присутствии пенообразователя. Она состоит из водного раствора минеральных солей, пенообразователя и пузырьков углекислого газа. Ее стоимость выше, чем воздушно-механической пены, поэтому использование химической пены при пожаротушении имеет тенденцию к сокращению. При тушении пожаров пеной

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата		Лист	
							62

покрывают горящие вещества, препятствуя тем самым поступлению горючих газов и паров к очагу горения.

Применение инертных и негорючих газов (аргон, азот, галоидированные углеводороды и др.) основано на разбавлении воздуха и снижении в нем концентрации кислорода до значений, при которых горение прекращается. Так, углекислый газ (диоксид углерода) используется для тушения горящих складов ЛВЖ, аккумуляторных станций, электрооборудования, печей и др. Его нельзя применять для тушения щелочных и щелочноземельных металлов, тлеющих материалов и некоторых других. Для тушения этих материалов лучше применять аргон, а в некоторых случаях и азот. Высокими огнегасительными свойствами обладают и галоидированные углеводороды (хладоны, бромистый этил и др.).

К числу жидких огнегасительных веществ относятся водные растворы некоторых солей, например, бикарбоната натрия, хлористого кальция, хлористого аммония, аммиачно-фосфорных солей и др. Их действие при тушении пожара основано на образовании на поверхности горящего материала изолирующих пленок, возникающих при испарении из растворов солей воды. Эти пленки препятствуют проникновению кислорода к поверхности горящего материала. Кроме того, на испарение воды затрачивается значительное количество теплоты, что приводит к понижению температуры очага горения. При разложении некоторых солей в результате горения в воздухе выделяются негорючие газы, снижающие концентрацию кислорода.

Порошковые огнегасительные составы препятствуют поступлению кислорода к поверхности горящего материала. Их используют для тушения небольших количеств различных горючих веществ и материалов, при тушении которых нельзя применять другие огнесительные средства. Примером этих материалов могут служить хлориды калия и натрия, порошки на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия.

Средства пожаротушения подразделяют на первичные, стационарные и передвижные (пожарные автомобили).

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					63

Первичные средства используют для ликвидации небольших пожаров и загорания. Их обычно применяют до прибытия пожарной команды. К первичным средствам относятся передвижные и ручные огнетушители, переносные огнегасительные установки, внутренние пожарные краны, ящики с песком, асбестовые покрывала, противопожарные щиты с набором инвентаря и др.

Различают ручные огнетушители (до 10 л) и передвижные (свыше 25 л). В зависимости от вида огнегасительного средства, находящегося в огнетушителях, они делятся на жидкостные, углекислотные, химические пенные, воздушно-пенные, хладоновые, порошковые и комбинированные. Жидкостные огнетушители заполнены водой с добавками, углекислотные – сжиженным диоксидом углерода, химические пенные – растворами кислот и щелочей, хладоновые - хладонами (например, марок 114В2,13В1); порошковые огнетушители заполнены порошковыми составами. Огнетушители маркируются буквами, характеризующими вид огнетушителя по разряду, и цифрой, обозначающей его объем в литрах.

Различают следующие виды углекислотных огнетушителей: ручные – ОУ-2А, ОУ-5, ОУ-8 и передвижные – ОУ-25, ОУ-80, ОУ-400. Эти огнетушители используют для тушения загораний некоторых материалов и электрических установок, работающих под напряжением до 1000 В.

Из химических пенных огнетушителей наиболее распространены на практике ОХП. Их применяют для ликвидации загораний твердых материалов и горючих жидкостей (при малых площадях горения).

Воздушно-пенные огнетушители маркируются как ОВП (например, ручные ОВП-5 и ОВП-10). Их используют для тушения загораний ЛВЖ, ГЖ, большинства твердых материалов (кроме металлов). Их нельзя использовать для тушения электроустановок, находящихся под напряжением.

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					64

VI. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

На современном этапе объектом всестороннего изучения является проблема материального взаимодействия человека и природы.

Эта проблема пронизывает всю историю научного познания. В соответствии с возможными принципами её решения формировались те или иные философские представления, лежащие в основе мировоззрения исследователей.

Достижения научно-технического прогресса, с одной стороны, способствуют удовлетворению всевозрастающих потребностей общества в целом и каждого индивида в отдельности, с другой стороны, заведомо отрицательно воздействуют на процессы, протекающие в биосфере, ведут к нарушению её стабильности. Все технологические процессы и операции до недавнего времени разрабатывались безо всякой оглядки на их воздействие на окружающую среду.

Загрязнение воздуха в крупных городах и промышленных центрах является одной из главных проблем в области окружающей среды в Узбекистане. Несмотря на сокращение объема промышленного производства, содержание загрязняющих веществ в воздухе в этих районах превышает предельно допустимое влияние энергетики на атмосферу.

Источниками загрязнителей воздуха в промышленном секторе являются химические, нефтехимические, горнодобывающие и металлургические, цементные заводы и заводы строительных материалов в Ташкенте, Алмалыке, Навои, Чирчике, Самарканде и Фергане. В этих городах на стационарные источники приходится 70% твердых частиц и 59% газообразных загрязнителей. Так, например, среднегодовые выбросы токсичных веществ (диоксида серы, оксидов азота, углеводородов, серной кислоты, тяжелых металлов, мышьяка и т.д.) Ново-Ангренским ГРЭС составляет порядка 100000 тонн. Другими словами, на него приходится 13% всех атмосферных выбросов из стационарных источников в Узбекистане.

Главная причина высокого уровня загрязнения воздуха промышленными объектами заключается в том, что технологии борьбы с загрязнением воздуха являются либо устаревшими и неэффективными, либо не применяются вовсе. Кроме

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата	Лист
					65

того, сама технология производства не отвечает современным требованиям и нуждается в модернизации или замене.

В производственных процессах на предприятие (конкретно участок) образуются газо-пылевые выбросы следующего состава (таблица 1).

Таблица 1.

Газо-пылевые выбросы образующиеся на (станции, участке, в производстве).

Источники газопылевых выбросов	Состав газопылевых выбросов	Применяемый способ и установка очистки	Содержание примесей, %		Примечание
			до очистки	после очистки	
Генератор	CO, NO,	Адсорбция	6-40	0,05	Соот. норме ПДК
Печь	NO, сажа	Адсорбция	8-32	0,03	
Насос	пыль	Циклон	0-36	-1,5	
Котел	CO, NO,	Адсорбция	2-25	0,03	
и др.		

Из приведенных в таблице 1 данных видно, что в настоящее время к числу наиболее опасных и массовых загрязнителей атмосферы относятся оксиды азота (NO_2 , NO, N_2O_4 , N_2O , N_2O_3). На практике большей частью с отходящими газами выбрасываются NO_2 , NO при одновременном присутствии. Основная сложность абсорбционных процессов связана с низкой химической активностью и растворимостью оксида азота. Имеется несколько путей решения этой проблемы: 1) полное окисление NO и NO_2 в газовой фазе; 2) частичное окисление NO в NO_2 , приводящее к образованию эквимолекулярной смеси NO и NO_2 ; 3) использование селективных абсорбентов; 4) окисление в жидкой фазе или использование жидкофазных катализаторов абсорбции и перевода NO в химически активные соединения.

Как видно из данных приведенных в таблице 1, на (станции, узле, подстанции, и т.д. конкретно), для очистки и обезвреживания образующихся газопылевых выбросов применяются самые эффективные и современные способы очистки и очистные сооружения. Количество выбросов после очистки в атмосферу соответствуют установленным нормам ПДК.

Сточные воды производства.

В производственных процессах также образуются огромное количество промышленных сточных вод, т.к. вода используется как теплоноситель, охладитель, среда образователь, оборотная или циркуляционная вода, а также необходимый компонент санитарно-бытовой части предприятия. На предприятии имеются следующие производственные подразделения, такие как ремонтный цех, столярный цех, механический цех, сборочный цех, лакокрасочный цех и др., где образуются сточные воды, загрязненные различными механическими, органическими примесями и древесными стружками.

В зависимости от характера образующихся сточных вод и состава примесей на участке (узле, подстанции, ГРЭС, ТЭС, и.т.д.) применяются следующие виды сточных вод (таблица 2).

Таблица 2.

Составы образующихся сточных воды способы их очистки.

№	Наименование операции	Состав сточной воды	Способ очистки	Примечание
1.	Токарно-фрезерная обработка металла	Металлич. стружки.	Механичес.	Осадок возвращают в переработку
2.	Обработка древесины	Стружка древесины	Механичес.	На производство ДСП и ДВП
3.	Нанесение лакокрасочных материалов	Эфиры, спирты, олифы	Реагентный	Регенерируют
4.	Нанесение полимерных покрытий	Органич.примеси	Реагентный	Регенерируют
5.	Сборка проводов и др.	Органич.примеси	Реагентный	Регенерируют

На предприятии для очистки обезвреживания сточных вод применяются самые современные и высокоэффективные способы очистки, которые обеспечивают возврат очищенную воду в производство, а образующиеся осадки, шламы отправляются на переработку как вторичное сырье. Твердые отходы производства. В проектируемой мною выпускной квалификационной работе я разрабатываю проект участка (станции, подстанции, узель, и.т.д), где имеются производственные подразделения как ремонтный цех, столярный цех, механический цех, сборочный цех, лако-красочный цех. На этих участках образуются твердые отходы такие как,

Изм	Лист	Документ	Подпись	Дата		Лист
						67

металлические и древесные стружки, текстильные масляные ткани после притирки и доводки, оснастки и ремонта основного и вспомогательного оборудования. Их по технологическому регламенту отправляют на производство ДСП и ДВП, металлические стружки и опилки на вторчермет на литьё, а на основе тряпок из ткани получают текстолит и оргалит на соответствующих производствах.

<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>Документ</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>Лист</i>
						68

Заключение

В выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс штамповки на КГШП поковки, которая будет являться заготовкой для дальнейшего изготовления детали ДВС “Шатун” для двигателя марки SONS – 1.5. Эти детали являются тяжело нагруженными и устанавливаются в ответственные узлы механизмов, что в свою очередь диктует способ их изготовления: КГШП обеспечивает как прочностные характеристики, так и высокую точность размеров.

Данный способ получения заготовок позволяет значительно сократить расход металла при производстве автомобилестроение и повысить их качество.

Основными преимуществами процесса являются высокая производительность, высокая точность заготовок и чистота поверхности, что влечет за собой экономию металла и сокращение затрат на механическую обработку; возможность получения заготовок сложной конфигурации.

<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>Документ</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Лист</i>
					69

Литература

1. Выступление Шавката Мирзиёева на торжественной церемонии вступления в должность Президента Республики Узбекистан на совместном заседании палат Олий Мажлиса. 14.12.2016. Газета "Народное слова", 15 декабря 2016 года.
2. Л.П. Маслакова, Д.С. Фатюхин. Применение обработки металлов давлением в автотракторостроении: учебное пособие. Москва. 2003. – 105 с.
3. Шимов Г.В. Основы технологических процессов обработки металлов давлением: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014.– 160 с.
4. А.С. Килов, С.В. Вольнов, К.А. Килов. Проектирование и производство поковок (штампованных заготовок): - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 155с.
5. Технология конструкционных материалов: Учебник для машиностроительных специальностей вузов/ А. М. Дальский, И. А. Арутюнова, Т. М. Барсукова и др.; Под общ. Ред. А. М. Дальского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. - 448 с., ил.
6. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. Т. 1 / Под общей ред. Е. И. Семенова. - М.: Машиностроение, 1985. - 567 с.

Интернет

www.dvs-forever.ru

www.dvs-madi.ru

www.ziyonet.uz

www.dvs.ru

www.ziyouz.com

<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>Документ</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Лист</i>
					70