

Содержание

Введение.....	5
1. Общая часть.....	9
1.1. Метод получения биодизеля.....	9
1.2. Анализ существующих линий по производству биодизеля.....	10
2. Конструкторская часть.....	17
2.1. Выбор способа интенсификации смешивания.....	17
2.2. Расчет параметров насоса.....	26
2.3. Проектирование схемы линии.....	30
2.4. Определение типа и организационной формы производства....	32
3. Технологическая часть.....	34
3.1. Выбор и обоснование видов заготовок методов их получения..	34
3.1.1. Выбор вида заготовки для вала.....	37
3.2. Выбор методов обработки элементарных поверхностей детали «Вал».....	38
3.3. Разработка технологического маршрута изготовления детали...	40
3.4. Расчет величины припусков на обработку.....	43
3.5. Расчет режимов резания.....	50
3.5.1. Определение режимов резания расчетно-аналитическим методом.....	50
3.5.2 Расчет режимов резания табличным методом.....	61
3.6. Расчет норм времени.....	71
3.7. Разработка чертежей заготовок.....	77
3.8. Разработка чертежей наладок и схем обработки заготовок.....	77
3.9. Расчёт и проектирование станочного приспособления.....	78
3.9.1. Служебное назначение станочного приспособления.....	78
3.9.2 Разработка теоретической схемы базирования и схемы установки детали.....	79
3.9.3 Расчет потребной силы зажима детали в приспособлении.	80
3.9.4 Расчет приспособления на точность.....	86

4. Гражданская оборона.....	89
4.1. Основные положения.....	89
4.2. Задание.....	96
4.3. Исследование устойчивости объекта.....	96
4.4. Мероприятия по повышению устойчивости ОХ при воздействии теплового (светового) излучения.....	98
5. Охрана труда.....	102
5.1. Общие требования безопасности.....	102
5.2. Требования безопасности на территории предприятия и в производственных помещениях.....	104
5.3. Требования безопасности при выполнении работ.....	106
5.4. Производственная санитария и личная гигиена.....	109
5.5. Пожарная безопасность.....	110
5.6. Краткие правила пользования первыми средствами пожаротушения.....	112
5.7. Меры первой (доврачебной) помощи при несчастных случаях.....	114
6. Экономика производства.....	119
6.1. Затраты производства и себестоимость продукции.....	119
6.2. Организация разработки и составление сетевого графика.....	123

Введение

Значительное увеличение мировых цен на минеральное топливо, сокращение его запасов, проблемы с транспортировкой заставляют искать альтернативные пути, источники топлива, которые максимально приближены к его потребителям. Топливо можно получать не только из нефти. Одним из основных направлений решения данной проблемы является развитие возобновляемых источников энергии, основанных на получении синтетического топлива путем переработки биологических материалов растительного происхождения и растительных масел. Разнообразные варианты решений, исследования, работы в данной области проводятся уже более полувека, а, на сегодняшний день, активизировались, так как исходя из последних научных исследований, запасы нефти на Земле закончатся через 50 лет.

Синтетическое топливо – биодизель, сырьем для производства которого служит растительная масса, получают вследствие химической реакции из растительных жиров. Чаще всего используют рапсовое масло, так как оно более дешевое. Но можно использовать пальмовое, подсолнечное, кукурузное, соевое и другие растительные масла.

Важным является тот факт, что, переход на биодизель не требует дополнительного переоборудования двигателя и других систем автомобиля.

Еще одной важной причиной, которая вызывает повышенный интерес к биодизельному топливу, является экология. Биодизель, как показали исследования, при попадании в воду, не причиняет вреда растениям и животным. Кроме того, он подвергается практически полному биологическому распаду: в почве или в воде позволяет микроорганизмы за 28 дней перерабатывают 99 % биодизеля, что говорит о минимизации загрязнения рек и озёр. Количество углекислого газа в продуктах сгорания биодизеля равно количеству газа, которое было потреблено из атмосферы посевами культур, из семян которых изготавливают топливо. Кроме того,

жмых, получаемый в процессе производства растительного масла, используется в качестве корма для скота, что позволяет более полно утилизировать биомассу растения.

В продуктах сгорания биодизеля на 8 - 10% меньше окиси углерода, почти на 50% меньше сажи и значительно меньше серы (0,005% против 0,2% у минерального топлива). Биодизельное топливо ценится высоким цетановым числом, которое составляет 56-58 (у минерального дизтоплива этот показатель равен приблизительно 50), это дает возможность использовать биодизель на дизельных двигателях без дополнительных веществ, которые обеспечивают лучшее возгорание, особенно во время запуска двигателя. Но точка воспламенения для биодизеля превышает 100 градусов Цельсия, что позволяет назвать биогорючее относительно безопасным веществом. Биодизель в сравнении с обычным дизельным топливом почти не содержит серы. Его можно смешать с обычным дизтопливом в любой пропорции, даже небольшое количество биодизеля обеспечивает более чистую эмиссию и характеризуется высокой смазочной особенностью. 1% биодизеля увеличит смазывание на 65%. Содействует этому особый химический состав и высокое содержание кислорода. Вследствие смазывания движущихся деталей двигателя, который работает на биодизеле, межремонтный период его эксплуатации увеличивается приблизительно на 50%. При этом необходимо только чаще менять топливный фильтр. Но главным является тот факт, что, переходя на биодизель, не нужно дополнительно переоборудовать ни сам двигатель, ни его системы. [1]

В использовании биодизель есть и недостатки. Биодизель агрессивнее к резиновым и полимерным деталям двигателей, чем минеральный дизель. Нежелательно попадание биодизеля на лакокрасочное покрытие кузова, так как он может повреждать верхний слой краски. Кроме этого, биодизель несколько отличается в плане технических и эксплуатационных параметров

работы дизельного двигателя. Мощность двигателя во время работы в номинальном режиме с использованием биодизеля уменьшается на 6-8 %.

На основе вышесказанного можно отметить, что биодизель может быть использован как альтернатива традиционным минеральным видам топлива. Производство биодизеля может вестись в развитых сельскохозяйственных регионах страны, которым характерно стабильное экономическое положение. Существенным преимуществом синтетического топлива является то, что предприятия по его получению могут быть размещены в непосредственной близости от основных потребителей. Таким образом, создание новых предприятий по производству синтетических топлив в условиях дефицита нефти является оправданным.

28.12.2005 г. Кабинет Министров распоряжением №576р утвердил концепцию государственной программы развития производства биотоплива до 2010 года. Планируемый объем затрат на реализацию программы составляет 170 млн. грн..

«... Згідно з вимогами ЄС, частка використання біологічного та інших видів палива, що виробляються з відновлювальних ресурсів, у структурі енергоспоживання країн — членів ЄС становитиме до кінця 2006 і 2010 років відповідно 2,75 та 5,75 відсотка. З урахуванням цього в Україні, яка має намір співпрацювати з країнами ЄС, повинно вироблятися та споживатися у 2010 році не менш як 520 тис. тонн усіх видів біопалива ...»

22.12.2006 г. Кабинет Министров распоряжением №1774-00 утвердил государственную программу развития производства биотоплива.

«... Державна фінансова підтримка як один із способів прискорення розвитку виробництва дизельного біопалива повинна використовуватися лише для проведення наукових досліджень, розроблення та випробувань технологій, дослідних зразків техніки, перспективних сортів рослин, розроблення нормативної документації, стандартів. Державні кошти повинні використовуватися також для підтримки вирощування рослинної сировини (ріпаку), яка надаватиметься сільськогосподарським

товаровиробникам усіх форм власності та господарювання, що займаються її вирощуванням, і підтримки селекції у галузі рослинництва ...»

Данный дипломный проект ставит своей главной задачей разработку новых прогрессивных технологических процессов получения биодизеля, а также проектирование участка, организационная структура которого позволит реализовать разработанные технологические процессы. Результатом внедрения в производство этих технологических процессов должно стать повышение производительности труда и выпуск качественной продукции, а так же доступность линии по производству биодизеля украинскому рынку.

1.Общая часть

1.1. Метод получения биодизеля.

Биодизель (biodiesel) - это метиловый эфир, получаемый в результате химической реакции из любых растительных масел и животных жиров. Биодизель химически является смесью метиловых (или этиловых) эфиров жирных кислот. Исходное сырье (жиры) химически являются глицериновыми эфирами жирных кислот.

Известно, что молекулы жира состоят из так называемых триглицеридов: соединений трехвалентного спирта глицерина с тремя жирными кислотами. Для получения метилового эфира к семи массовым единицам растительного масла добавляется одна массовая единица метанола (т.е. соблюдается соотношение 7:1). Необходимо заменить в глицериновых эфирах глицерин метанолом (этанолом). Замена (переэтерификация) осуществляется путем реакции между жиром и спиртом с образованием метилового эфира и выпадением более плотного и нерастворимого в метиловом эфире глицерина. Получить приемлемую скорость реакции и степень превращения можно путем повышения температуры, введения избытка спирта и применения катализаторов. В качестве катализаторов используются щелочи NaOH, KOH, образующие со спиртами алкоголяты. Существенно замедляет процесс переэтерификации ограниченная взаимная растворимость спирта и жира, обуславливающая существенно гетерогенный (двухфазный) характер реакции. Данное затруднение впрочем легко преодолевается интенсивным перемешиванием и диспергированием. Количество катализатора и избыток спирта определяется по свойствам сырья и результатам проведения тестовых реакций. Полученная после разделения продуктов реакции глицеринсодержащая фаза и эфирная фаза нуждаются в очистке от непрореагировавшего спирта и катализатора. В результате химической реакции образуется, в первую очередь, желаемый метиловый эфир, а также - глицерин (95%), широко используемый в фармацевтической и

лакокрасочной промышленности. Полученный эфир отличается хорошей воспламеняемостью, обеспечиваемой высоким цетановым числом. Если для минерального дизтоплива цетановое число 42-45, то цетановое число биодизеля (метиловый эфир) не менее 51. Это позволяет использовать его в дизельных двигателях без прочих стимулирующих воспламенение веществ. Благодаря такому свойству метиловый эфир, получаемый из растительных масел и жиров, и был назван биодизелем. [2]

Все существующие установки по производству биодизеля основаны на принципах перечисленных выше. Отличительными различиями установок является способ интенсификации этерификации, от которого зависит производительность и качество готового биодизеля, а в следствии и технико-экономические характеристики самой установки.

Сегодня на зарубежном рынке оборудования для производства биодизеля достаточно много «игроков», предлагающих новое оборудование и технологии, этот вопрос, отнюдь, не лишен здравого смысла. Тем более, что потенциальные заказчики оборудования для производства биодизеля отличаются по своим запросам, приоритетам и материальным возможностям, иногда даже не в десятки, а в сотни раз!

1.1. Анализ существующих линий по производству биодизеля.

Рассмотрим некоторые наиболее удачные установки по производству биодизеля зарубежных производителей.

На (рис.1.1) представлена линия по производству биодизеля немецкого завода производителя «Evrotech». Производительность линии 1000л биодизеля в час. Интенсификация процесса переэтерификации осуществляется струйно-вихревым гидродинамическим нагревателем. Линия полностью автоматизирована, и для её работы необходим всего один рабочий – техник.



Рис. 1.1.1. Немецкая линия по производству биодизеля.

Ректор линии выполнен в корпусе из нержавеющей стали, С блоком электроники для автоматического контроля процесса переэтерификации (рис.1.2).



Рис.1.2. Реактор.

Техническое оснащение линии и применение автоматизированной системы управления делает её дорогостоящей, а объемы производимой продукции нецелесообразной для малого фермерского хозяйства.

Линия по производству биодизеля американского завода-производителя «Pacific Biodiesel» производительной мощностью 500л/ч приведена на (рис. 1.3) . Схема данной линии приведена на (рис 1.4). В качестве интенсификатора процесса переэтерификации в данной линии применяется процесс кавитации с помощью насоса-кавитатора (рис 1.4.).



Рис. 1.3. Американская линия по производству биодизеля.

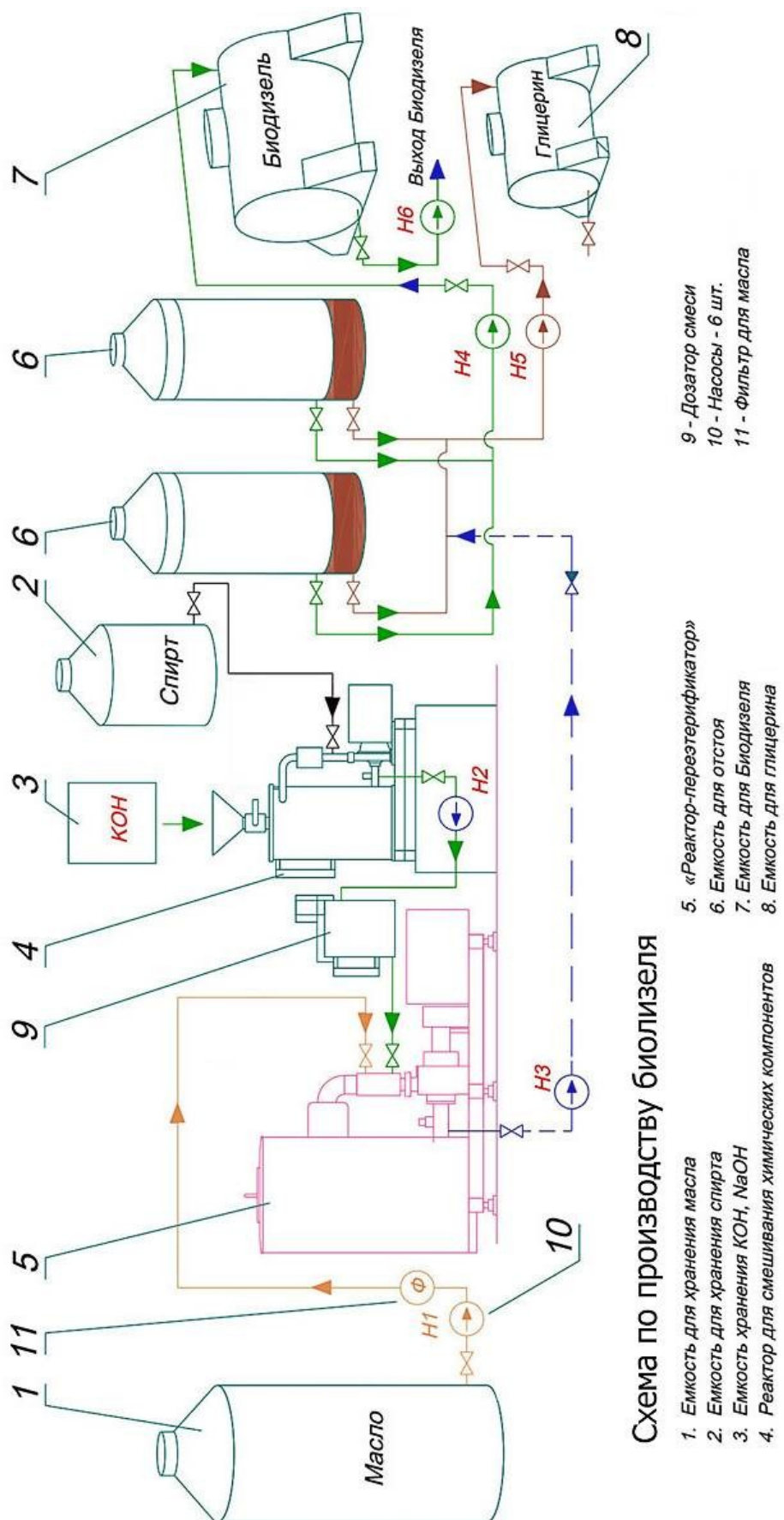


Схема по производству биопизеля



Рис. 1.5. Насос-кавитатор.

Реактор, основанный на процессе кавитации - довольно эффективен. Он позволяет намного сократить время реакции переэтерификации и достигнуть 95% полноты протекания реакции.

Отечественные аналоги линий по производству биодизеля основаны на так называемом «бочковом» методе, когда смешивание компонентов происходит в емкости при помощи мешалок. В некоторых случаях применяют тэны для подогрева среды смешивания, что позволяет несколько увеличить скорость протекания реакции переэтерификации. Но при использовании такой технологии качество биодизеля оставляет желать лучшего, а время прохождения реакции около часа, что снижает эффективность линии.

Вывод: зарубежные аналоги линий по производству биодизеля имеют высокую стоимость, что в нынешней экономической ситуации в Украине не дает возможность приобрести её малому и среднему фермерскому хозяйству или предпринимателю. А отечественные линии не позволяют достигнуть качество готовой продукции (биодизеля), соответствующего нормам.

В связи с этим в данной дипломной работе была поставлена задача: разработать наиболее эффективный способ получения биодизеля, при котором стоимости линии была бы доступна для национального потребителя, а качество продукции соответствовало нормам и ГОСТам на данный продукт.

2. Конструкторская часть

2.1. Выбор способа интенсификации смешивания компонентов

Наиболее полное смешивание жидких компонентов возможно достичь используя эффект кавитации. При этом скорость смешивания (протекание реакции) увеличивается в несколько раз, чем при классическом перемешивании или повышении температуры среды реакции.

Сравнительная характеристика изменения выхода продукта от времени показана на (рисунке 1.1). Отсюда следует, что под действием кавитации степень превращения масла в биодизель на 95% достигает за 5-10 минут, а в обычном реакторе за 20-25 минут (после достижения рабочей температуры раствора в реакторе).

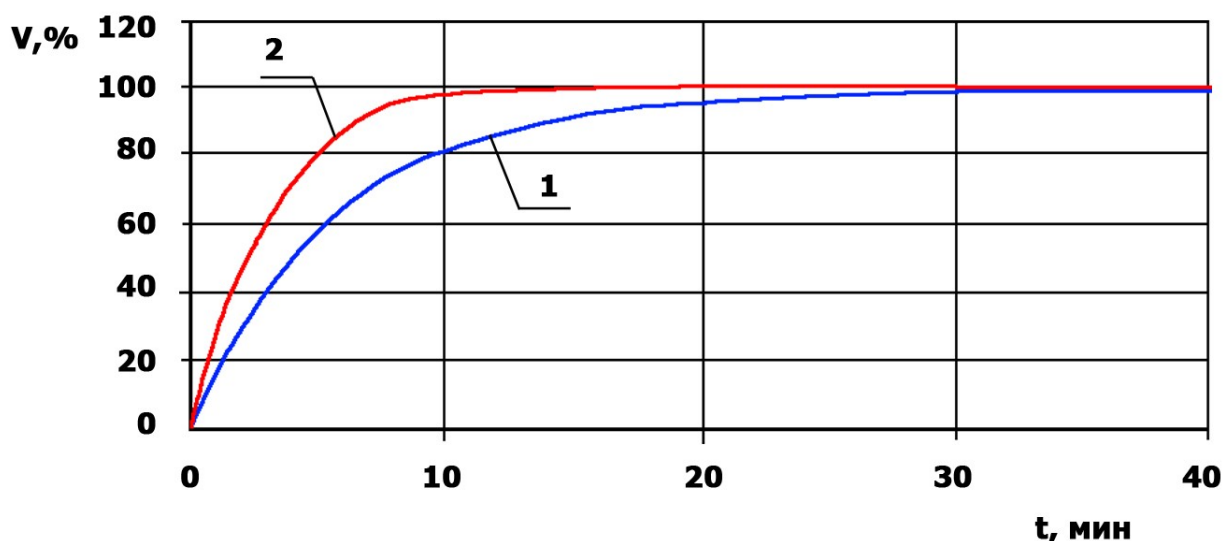


Рис. 2.1. График протекания реакции переэтерификации.

(1 – без кавитации, 2 – с кавитацией)

Кавитация (от лат. *cavitas* — пустота), образование в капельной жидкости полостей, заполненных газом, паром или их смесью (так называемых кавитационных пузырьков, или каверн). Кавитационные пузырьки образуются в тех местах, где давление в жидкости становится ниже некоторого критического значения $P_{кр}$. (в реальной жидкости $P_{кр}$ приблизительно равно давлению насыщенного пара этой жидкости при данной температуре). Если понижение давления происходит вследствие

больших местных скоростей в потоке движущейся капельной жидкости, то кавитация называют гидродинамической (рис. 2.2), а если вследствие прохождения акустических волн — акустической.

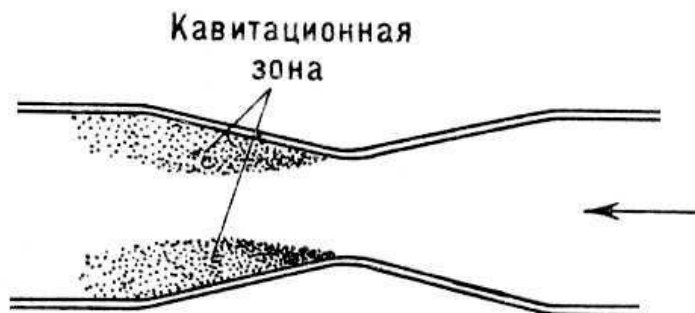


Рис. 2.2. Кавитация в зоне низкого давления.

Кавитация вызывает ряд эффектов. часть из них, например, разрушение и диспергирование твердых тел, эмульгирование жидкостей, очистка - обязаны своим происхождением ударам при захлопывании полостей и микропотокам вблизи пузырьков. Другие эффекты (например, вызывает и ускоряет химические реакции) связаны с ионизацией при образовании полостей. Благодаря этим эффектам акустическая кавитация находит все более широкое применение для создания новых и совершенствования известных технологических процессов.

Так же для увеличения скорости реакции и смешивания компонентов можно использовать технологию смешивания с помощью вибрационных установок.

С существующее разнообразие способов и машин для реализации процесса подтверждает и необходимость исследование этого метода.

Рабочим движение при использовании вибро-установок, является колебательное движение рабочей камеры.

Пример вибрационной установки промышленного образца показан на (рис. 2.2).

Для вибро-установки такого типа существует зависимость:

$$M \cdot A = m \cdot 0,01 \quad (2.1)$$

где, M – масса колеблющихся частиц;

A – амплитуда колебаний;

m – масса дебалансов.

По данным экспериментальных исследований наиболее оптимальная работа установки наблюдается при амплитуде колебаний рабочей камеры 3 мм, если масса дебалансов в 9кг, а скорость придаваемая жидкости 0,15 м/с.

Используя зависимость и данные экспериментальные данные, можем найти массу колеблющихся частей смешиваемых компонентов (масло и катализатор)

$$M = 9 \cdot 0.01 / 0,003 = 30 \text{ кг}$$

Частоту колебаний вибрационной установки определим по формуле:

$$w = V/A \quad (2.2)$$

где, w – частота колебаний рабочей камеры;

Рис 2.2. Вибрационная установка промышленного образца.

V - скорость придаваемая жидкости;

A - амплитуда колебаний.

$$\omega = 0,15/0,003 = 50 \text{ Гц}$$

По найденным данным можем утверждать, что данные машины не позволяют достигнуть достаточного смешивания компонентов в связи с невысокой частотой вибраций в 50 Гц. А также являются не эффективными в связи с невысокой массой смешиваемых компонентов (30 кг), а следовательно и их объемом.

Кроме того для смешивания жидкостей применяются ультразвуковые установки с частотой вибрации свыше 1 МГц.

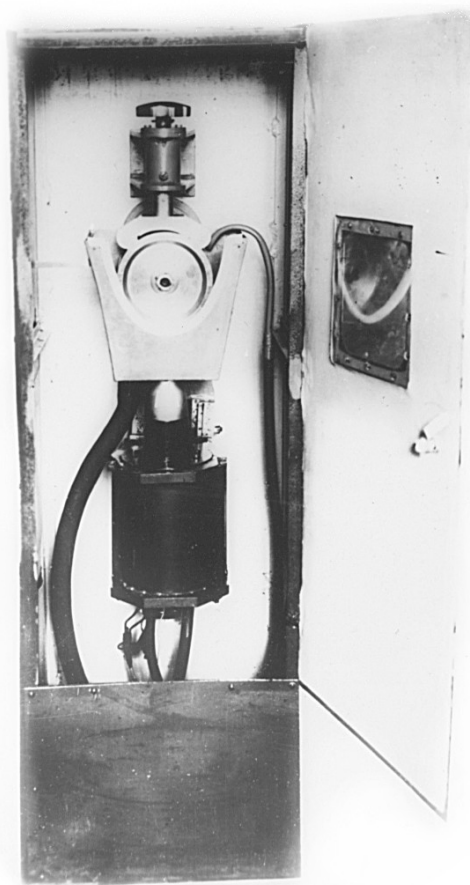
Ультразвук - упругие звуковые колебания высокой частоты. Человеческое ухо воспринимает распространяющиеся в среде упругие волны частотой приблизительно до 16-20 кГц; колебания с более высокой частотой представляют собой ультразвук (за пределом слышимости). Обычно ультразвуковым диапазоном считают полосу частот от 20 000 до нескольких миллиардов Гц.

Широко применяется ультразвук для приготовления однородных смесей (гомогенизации). Еще в 1927 году американские ученые Лимус и Вуд обнаружили, что если две несмешивающиеся жидкости (например, масло и воду) слить в одну мензурку и подвергнуть облучению ультразвуком, то в мензурке образуется эмульсия, то есть мелкая взвесь масла в воде. Подобные эмульсии играют большую роль в промышленности: это лаки, краски, фармацевтические изделия, косметика.

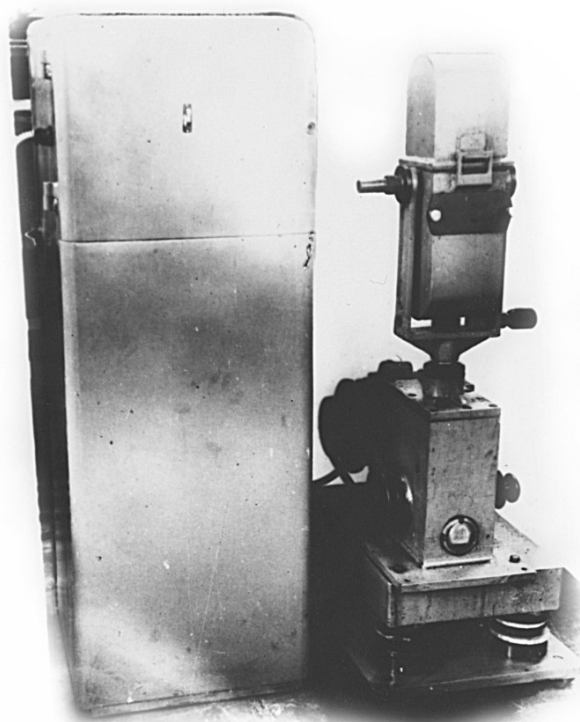
При распространении ультразвуковой волны даже сравнительно небольшой интенсивности (всего несколько ватт на квадратный сантиметр) в жидкости возникает переменное звуковое давление, амплитуда которого достигает порядка нескольких атмосфер.

Под действием этого давления жидкость попеременно испытывает сжатие и растяжение. Жидкость без существенного изменения ее свойств можно сильно сжать. Иначе обстоит дело, если в жидкости создать разрежение: уже простое уменьшение давления над водой приводит к закипанию и парообразованию внутри воды. Нечто аналогичное происходит и при распространении ультразвуковой волны в жидкости. Растягивающие усилия в области разрежения волны приводят к образованию в жидкости разрывов, т. е. мельчайших пузырьков, заполненных газом и паром. Эти пузырьки получили название кавитационных, а само явление стали называть ультразвуковой кавитацией. [4,5,6]

Промышленные аналоги таких установок приведены на (рис. 2.3.).



а)



б)

Рис. 2.3. Ультразвуковые установки промышленного образца.

В связи с высокой частотой рабочие камеры (0,5МГц) имеют небольшой объем (3-5 л), что снижает производительность смешивания.

Пример схемы установки приведен на (рис. 2.4.).

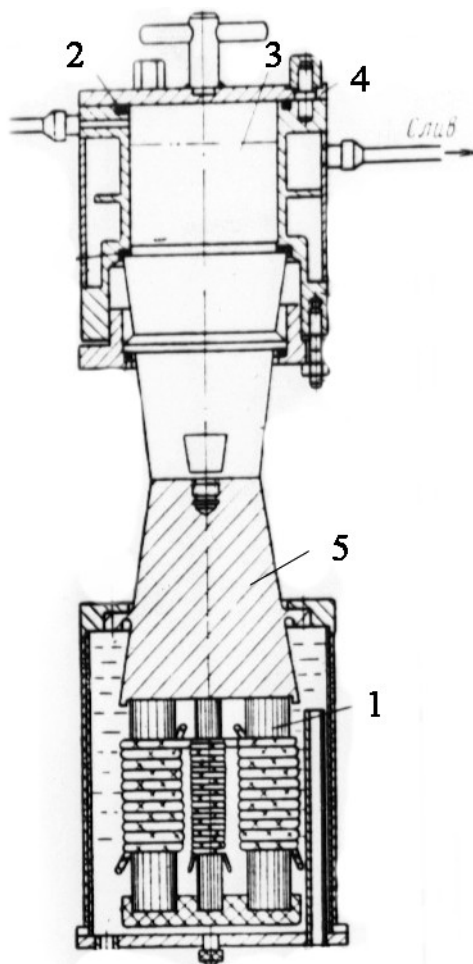


Рис 3.4. Схема ультразвуковой установки.

(1 - ультразвуковой излучатель; 2 – уплотнитель; 3 – рабочая камера; 4 – крышка; 5 – акустический концентратор)

Для повышения производительности смешивания была поставлена задача: разработать установку (реактор) по производству биодизеля, которая б соответствовала требованиям по производительности и качеству выходной продукции (биодизеля).

В качестве ультразвукового акустического излучателя был принят каскадный волновод излучатель российского производителя «ИНЛАБ».

На (рис.2.5.) представлена одна из возможных модификаций каскадного волновода-излучателя соединенного с магнитострикционным преобразователем мощностью 2.5 кВт, рабочая частота 22 кГц. Волновод монолитный, изготавливается из титанового сплава.



Рис. 2.5. Каскадный волновод-излучатель

КПД преобразования ультразвуковых колебаний в кавитацию 88%. Ориентировочные габаритные размеры (зависят от излучаемой мощности):

- диаметр 50 / 70 мм;
- длина около 500 мм.

Излучающая поверхность обычного ультразвукового волновода, например на 22 кГц, имеет небольшие размеры, поэтому объем или площадь обрабатываемого ультразвуком объекта так же невелики. Данный излучатель позволяет обойти эту проблему и обрабатывать ультразвуком большую площадь.

В итоге была разработана принципиальная схема реактора, позволяющего интенсифицировать реакцию переэтерификации в объеме 100 дм. При этом скорость протекания реакции будет не более 10-ти минут, за счет кавитации жидкости вызванной работой каскадного волновода-излучателя.

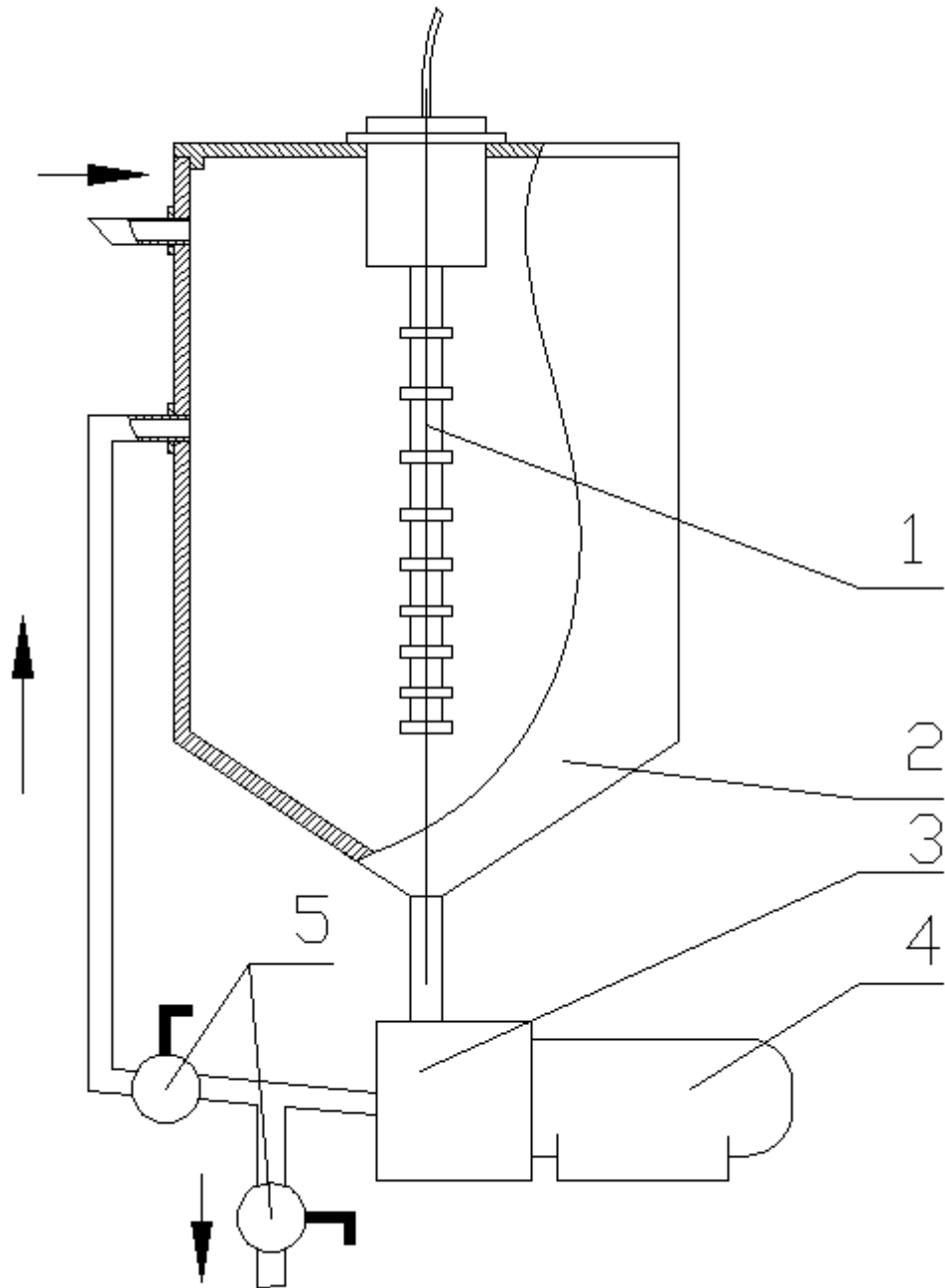


Рис. 2.6. Схема разработанного реактора.

(1 – ультразвуковой волновод-излучатель; 2 – рабочая камера 100 л;
3 – насос; 4 - электродвигатель; 5 - кран)

Для циркуляции жидкости в реакторе и наиболее эффективного смешивания компонентов в схеме применяется лопастный центробежный насос горизонтально-консольного типа. Подобный насос наиболее полно подходит для разработанной установки.

2.2. Расчет параметров насоса.

В настоящее время создано большое количество самых разнообразных конструкций лопастных насосов. Эти конструкции имеют самые различные соотношения размеров. При проектировании нового насоса необходимо использовать найденные ранее оптимальные соотношения размеров. Для этого надо уметь из всего многообразия конструкций насосов, обладающих высокими эксплуатационными и экономическими показателями, выбрать такую конструкцию, которая соответствует заданным техническим условиям (напору, подаче, числу оборотов), другими словами надо выбрать такой насос, который был бы подобен проектируемому. Для этого необходимо разработать параметр, который служил бы критерием подобия и, следовательно, был бы одинаков для всех подобных насосов. Определив по заданным характеристикам требуемого насоса этот критерий подобия и сравнивая его с критериями подобия разработанных конструкций, мы получили бы возможность легко подобрать необходимую конструкцию и, следовательно, определить наивыгоднейшее соотношение размеров проектируемого насоса. Таким критерием подобия является коэффициент быстроходности n_s .

$$n_s = \frac{3.65n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad (2.3)$$

где, Q – подача;

H – напор;

n – число оборотов.

Задавшись параметрами: число оборотов 2900 об/мин, подачей $0,03 \text{ м}^3/\text{с}^2$ и напором 10 м, посчитаем коэффициент быстроходности. Данные

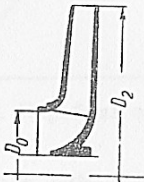
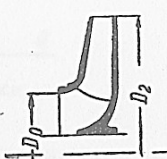
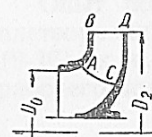
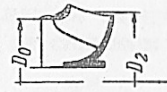
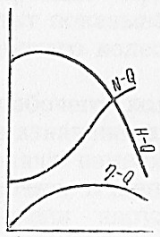
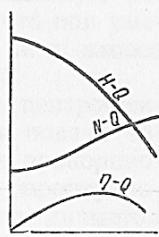
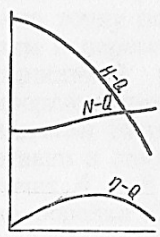
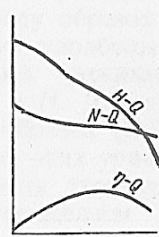
параметры являются наиболее оптимальными для циркуляции жидкости в реакторе.

$$n_s = \frac{3.65 * 2900 \sqrt{0.03}}{10^{3/4}} = 100$$

Зная коэффициент подобия из таблицы 2.1. определяем рабочие характеристики насоса и сечение рабочего колеса.

Таблица 2.1.

Типизация лопастных насосов

Наименование лопастных насосов	Центробежные				Осевые (пропеллерные)
	Тихоходные	Нормальные	Быстроходные	Полуосевые (диагональные)	
Коэффициент быстроходности	$50 < n_s < 80$	$80 < n_s < 150$	$150 < n_s < 300$	$300 < n_s < 500$	$500 < n_s < 1000$
Эскиз сечения рабочего колеса					
Соотношения размеров	$\frac{D_2}{D_0} \approx 2,5$	$\frac{D_2}{D_0} \approx 2,0$	$\frac{D_2}{D_0} \approx 1,8 \div 1,4$	$\frac{D_2}{D_0} \approx 1,2 \div 1,1$	$\frac{D_2}{D_0} = 1,0$
Форма лопаток	Цилиндрическая	Пространственная на входе, цилиндрическая на выходе	Пространственная	Пространственная	Пространственная
Рабочие характеристики					

Конструируемый насос относится к нормальным центробежным насосам, которые характеризуются уменьшенным выходным диаметром рабочего колеса (меньше напор) и увеличению ширины колеса и диаметра входа (большим напором). [7]

Для геометрических подобных насосов, работающих в подобных режимах, т.е. для насосов имеющих одинаковый коэффициент быстроходности, отношение $q = \frac{Q}{n * D^3}$ постоянно. Отсюда любой линейный размер насоса может быть определён по уравнению.

$$D = \frac{1}{\sqrt[3]{q}} \sqrt[3]{\frac{Q}{n}} \quad (2.4)$$

Обозначив

$$\frac{1}{\sqrt[3]{q}} = k \quad (2.5)$$

получим:

$$D = k \sqrt[3]{\frac{Q}{n}} \quad (2.6)$$

Для насосов, имеющих одинаковый коэффициент быстроходности, коэффициенты k одинаковы. Следовательно, k зависит от коэффициента быстроходности n_s . На основании статистической обработки данных по выполненным центробежным насосам получены следующие эмпирические зависимости коэффициентов.

Коэффициент для определения наружного диаметра рабочего колеса D_2 :

$$k_2 = 9.36 \left(\frac{n_s}{100} \right)^{-1/2}; \quad D_2 = k_2 \sqrt[3]{\frac{Q}{n}}. \quad (2.7)$$

Коэффициент для определения ширины рабочего колеса на выходе b_2 :

$$k_B = 0.635 \left(\frac{n_s}{100} \right)^{5/6}; \quad b_2 = k_B \sqrt[3]{\frac{Q}{n}}. \quad (2.8)$$

Коэффициент k_2 можно определить из графика на (рис.2.7).

$$k_2 = 9,36$$

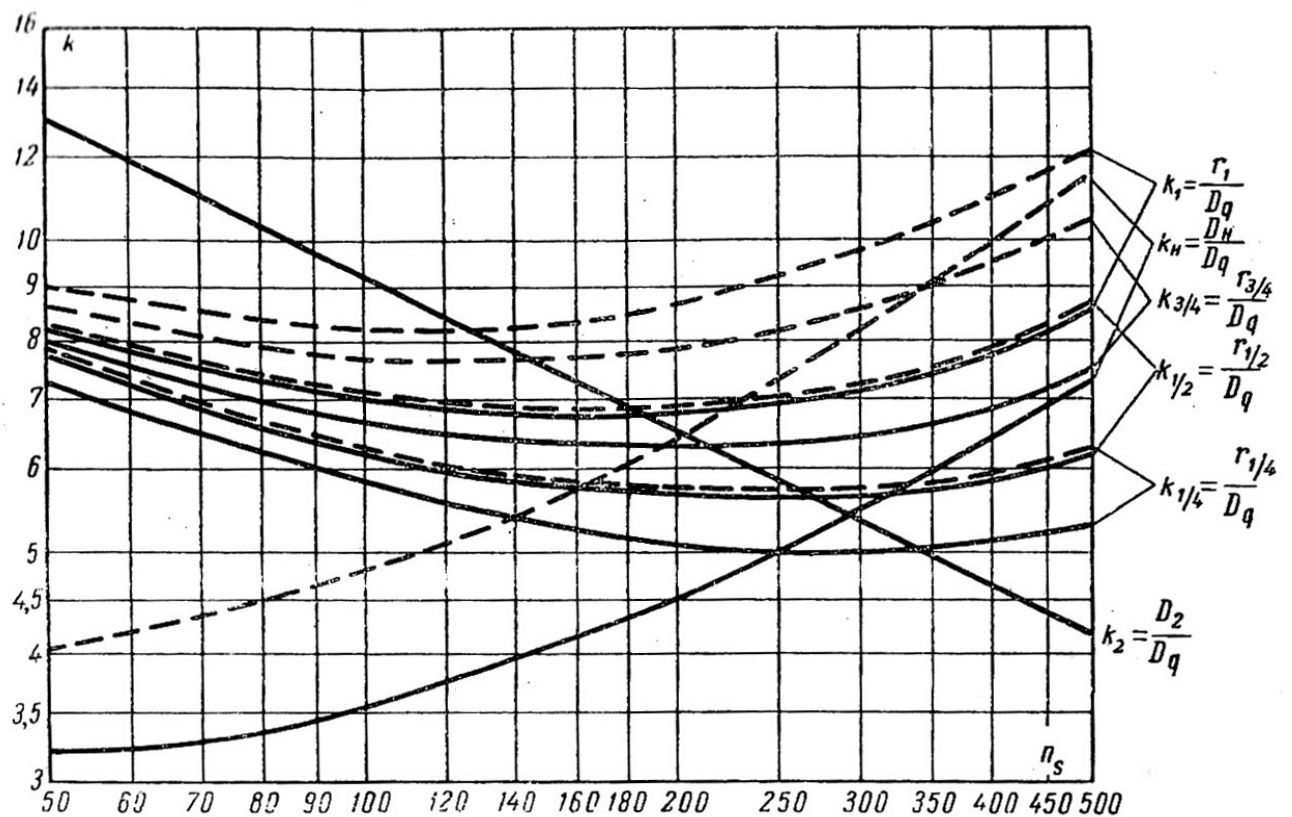


Рис. 2.7.

Из формул приведённых выше вычислим параметры рабочего колеса насоса:

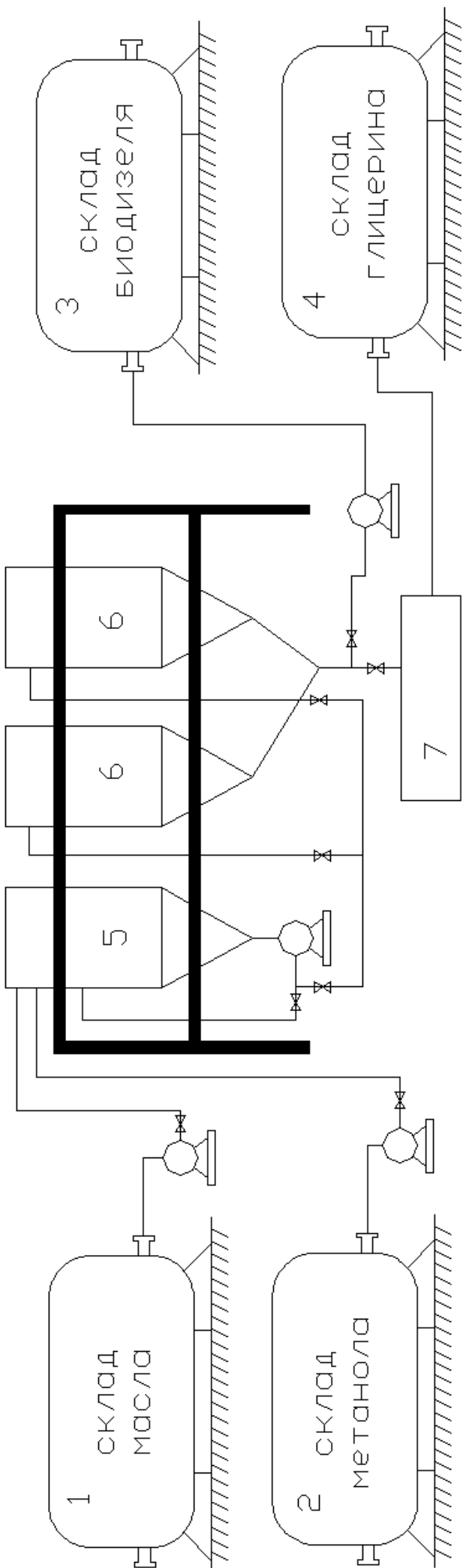
2.3. Проекты

По итогам к
по производству (

В состав ли
подачу компонент
продукции. Емк
нержавеющей ст
создает агрессив
подходит для мат

Емкости от
удешевить лини
отстойника 150 л
реактора. Время
качества масла.]
наличие двух от
самым создавая н

Складские р
требуемых услови



на схема линии

существляющих
: отвод готовой
выполнена из
е ультразвуком,
ее рационально

что позволяет
. Вместимость
юго биодизеля с
зависимости от
инике 20 мин, а
ючерёдно, тем
зависимости от

Рис 2.8. Проектируемая линия по производству биодизеля
(1 – склад масла; 2 – склад метанола; 3 – склад биодизеля;

4 – склад глицерина; 5 – реактор; 6 - отстойник)

2.4. Определение типа и организационной формы производства

В машиностроении существует три основных типа производства: единичное, серийное, массовое.

Тип производства может определяться двумя методами: укрупнено, в зависимости от годовой программы (N) и массы детали, или по коэффициенту закрепления операций. На данном этапе дипломного проекта тип производства определяется укрупнено.

Используя справочные данные, определяем, что для детали «Вал» годовая программа равняется 500 шт., т.к. масса детали (q) равна 41кг.

Учитывая годовую программу и массу детали, производство определяется как среднесерийное.

Серийное производство характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями. Также серийное производство характеризуется изготовлением ограниченной номенклатуры изделий, что позволяет использовать универсальное и специальное оборудование. При проектировании технологических процессов в среднесерийном производстве предусматривают порядок выполнения и оснастку каждой операции.

Отличительной особенностью среднесерийного производства является параллельно-последовательная организация производственного процесса.

Для предприятия серийного производства характерна значительно меньшая трудоемкость и себестоимость, также меньше объем незавершенного производства, т.к. изделия обрабатываются с меньшими перерывами. Этот тип производства характеризуется следующими особенностями:

- запуск деталей в производство осуществляется партиями,
- оборудование быстропереналаживаемое, высокопроизводительное, допускается применение универсальных станков с ручным управлением,
- организация производства – параллельно-последовательная.

Определение объема партии деталей (n). Запуск деталей осуществляется один раз в месяц на протяжении всего года, таким образом, объем партии равен:

$$n = \frac{N}{12}$$

где: N – годовая программа выпуска детали.

$$n = \frac{500}{12} = 41,6\overline{6} \text{ шт.}$$

Принимаем n = 45 шт.

3. Технологическая часть

3.1. Выбор и обоснование видов заготовок методов их получения

Заданная деталь «Вал» представляет собой тело вращения в форме ступенчатого вала. Она изготовлена из конструкционной, легированной

стали марки 45 ГОСТ 1050-80. Получают данную сталь в конвертерах, мартеновских и электрических печах.

Химический состав этой стали, приведен в табл.3.1, а механические характеристики - в табл.3.2.

Таблица 3.1.

Химический состав стали 45 (ГОСТ 1050-88), %

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Cu
			не более				
0.42...0.50	0.17...0.37	0.50...0.80	0.040	0.040	0.25	0.25	0.25

Таблица 3.2.

Механические характеристики стали 45(ГОСТ 1050-88)

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	a_n , Дж/см ²	НВ
Не менее					250
360	610	16	40	50	

Как уже указывалось выше, материал имеет высокую прочность и хорошую обрабатываемость, малую чувствительность к концентрации напряжений, а для повышения износостойкости хорошо воспринимает термическую обработку, детали получают методом пластической деформации.

В данной части дипломного проекта необходимо выбрать вид и способ получения заготовок для детали «Вал» в условиях среднесерийного производства.

Для деталей класса «Валы» наиболее применяемыми видами заготовок являются поковки или прокат. В том числе в качестве заготовки для детали

«Вал» возможно применять: поковку, полученную свободной ковкой или поковку, полученную штамповкой на молотах.

Для определения наиболее выгодного способа получения заготовки выполним сравнение по стоимости заготовки и стоимости механической обработки:

$$C_{\Sigma} = C_{\text{заг}} + C_{\text{мех}} \quad (3.1)$$

где: C_{Σ} - суммарная стоимость заготовки, грн.;

$C_{\text{заг}}$ - стоимость заготовки, грн.;

$C_{\text{мех}}$ - стоимость механической обработки, грн.

Стоимость механической обработки можно рассчитать через затраты относительные к одной тонне стружки:

$$C_{\text{мех}} = \frac{C_{\text{стр}} \cdot K}{1000} (Q - q) \quad (3.2)$$

где: $C_{\text{стр}}$ - затраты на механическую обработку, отнесенные к 1 тонне стружки, грн.;

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг;

K – коэффициент изменения цен, по сравнению с 1991г.

Массу заготовки можно определить по формуле:

$$Q = \frac{q}{K_{\text{исп.}}} \quad (3.3)$$

где: q – масса детали, кг;

Q – масса заготовки, кг;

$K_{исп}$ - коэффициент использования материала.

Принимаем коэффициент использования материала: при свободной ковке $\hat{E}_{\tilde{e}\tilde{u}} = 0,85$, при штамповке на молотах $K_{исп} = 0,9$.

Расчет массы заготовки полученной свободной ковкой:

$$Q = \frac{41}{0,85} = 48,23 \text{ кг}$$

Масса заготовки, полученной штамповкой на молотах:

$$Q = \frac{41}{0,9} = 45,5 \text{ кг}$$

Стоимость механической обработки заготовки полученной свободной ковкой:

$$\tilde{N}_{\tilde{a}\tilde{o}} = \frac{495 \cdot 13}{1000} (48,23 - 41) = 46,84 \text{ руб}$$

Стоимость механической обработки для заготовки, полученной штамповкой на молотах:

$$\tilde{N}_{\tilde{a}\tilde{o}} = \frac{495 \cdot 13}{1000} (45,5 - 41) = 28,95 \text{ руб}$$

Рассчитать стоимость заготовок-поковок, полученных штамповкой, свободной ковкой можно по формуле:

$$S_{заг} = \frac{Ц}{1000} \cdot Q \cdot K_{м.з.} - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх} \cdot K_i}{1000}, \text{ руб} \quad (3.4)$$

где Π – оптовая цена заготовок за 1 т., грн;

Q и q – масса заготовки и детали, кг.;

$K_{т.з.}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов;

$S_{отх}$ – цена отходов в виде стружки, полученной при механической обработке, грн;

K_i – коэффициент изменения цен.

$$\Pi = K_i (\alpha - \beta \ln Q) \cdot \left(1 \pm \frac{\gamma}{100} \right), \text{грн} \quad (3.5)$$

где K_i – коэффициент изменения цен;

α, β – коэффициенты, зависящие от группы сложности и группы серийности заготовок;

Q – масса заготовки, кг.;

γ – процент скидок (знак «-») или доплат (знак «+») к оптовой цене заготовок.

3.1.1 Выбор вида заготовки для вала.

Вариант 1 – Поковка, полученная свободной ковкой

Группа сложности – 2

Группа серийности – 1

$$\bar{\Pi} = \hat{E}_i (\alpha - \beta \ln Q) \cdot \left(1 - \frac{\gamma}{100} \right) = 13(364,84 - 21,54 \ln 48,23) \cdot \left(1 - \frac{6}{100} \right) = 4148,7 \text{ грн}$$

$$S_{\text{отх}} = \frac{4148,7}{1000} \cdot 48,23 \cdot 1,05 - (48,23 - 41) \cdot \frac{365,3}{1000} = 207,36 \text{ грн}$$

$$C_{\Sigma} = 46,84 + 207,36 = 254,2 \text{ грн}$$

Вариант 2 – Поковка, полученная штамповкой на молотах

Группа сложности – 2

Группа серийности – 3

$$\ddot{O} = \hat{E}_s(\alpha - \beta \ln Q) \cdot \left(1 + \frac{\gamma}{100}\right) = 13(575,5 - 74,64 \ln 28,95) \cdot \left(1 + \frac{30}{100}\right) = 5487,5 \text{ }$$

$$S_{\text{}} = \frac{5487,5}{1000} \cdot 45,5 \cdot 1,05 - (45,5 - 41) \cdot \frac{365,3}{1000} = 263,8 \text{ }$$

$$C_{\Sigma} = 263,8 + 28,95 = 292,75 \text{ }$$

Экономически выгодный вариант 1 - получения заготовки «Вал» свободной ковкой.

3.2. Выбор методов обработки элементарных поверхностей детали «Вал»

Методы обработки выбираются для всех поверхностей детали, начиная с самой точной и кончая самой неточной.

Выбор методов осуществляется в соответствии с рекомендациями [8] и оформляется в виде таблицы 3.3.:

Таблица 3.3 – Выбор метода обработки элементарных поверхностей.

Наименование поверхности	Точность	Шероховат ость, R_a , мкм	Метод получения
Наружные цилиндрические поверхности			

Поверхность Ø50h6 две поверхности	h14	12,5	Точение предварительное
	h9	3,2	Точение окончательное
	h6	1,6	Шлифование
Поверхность Ø60k6	h14	12,5	Точение предварительное
	h9	3,2	Точение окончательное
	h6	1,6	Шлифование
	k6	1,6	предварительное Шлифование окончательное
Поверхность Ø50k6	h14	12,5	Точение предварительное
	h9	3,2	Точение окончательное
	h6	1,6	Шлифование
	k6	1,6	предварительное Шлифование окончательное
Поверхность Ø60h6	h14	12,5	Точение предварительное
	h9	3,2	Точение окончательное
	h6	1,6	Шлифование
Поверхность Ø65h6	h14	12,5	Точение предварительное
	h9	3,2	Точение окончательное
	h6	1,6	Шлифование
Поверхность Ø70k6	h14	12,5	Точение предварительное
	h9	3,2	Точение окончательное
	h6	1,6	Шлифование
	k6	1,6	предварительное Шлифование окончательное
Поверхность Ø70	h14	12,5	Точение предварительное
		3,2	Точение окончательное
Поверхность Ø75	h14	12,5	Точение предварительное
		3,2	Точение окончательное

Поверхность Ø80	h14	12,5 3,2	Точение предварительное Точение окончательное
Торцевые поверхности			
Торец поверхности Ø50k6 Две поверхности	h14	12,5	Точение однократное
Шпоночный паз 10N9	h9	3,2	Фрезерование однократное
Шпоночный паз 12N9	h9	3,2	Фрезерование однократное

3.3.Разработка технологического маршрута изготовления детали

Табл. 3.4 – Последовательность обработки детали «Вал».

Номер	Наименование операции	Содержание операции	Базы	Оборудование
05	Горизонтально-расточная с ЧПУ	Фрезерование 2-х торцов и зацентровка В2,5.	Ø80	Горизонтально-расточной с ЧПУ
010	Токарная (предварительная)	Установ А точить Ø70, точить Ø75,	Уст. А Ø80 ц.о.	Токарный станок мод.

		точить Ø80. Установ Б точить Ø60h6,	Уст.Б Ø80 ц.о.	16K20
15	Контрольная	Промежуточный контроль		Стол ОТК
20	Токарная	Правка ц.о.	ц.о.	Токарный станок мод. 1E116
25	Токарная с ЧПУ (окончательная)	Установ А нарезание резьбы М40, точить Ø50h6 точить Ø60k6, Установ Б нарезание резьбы М40, точить Ø50h6, точить Ø55k9, точить Ø60h6, точить Ø65h6, точить Ø70k6.	Уст. А Ø60 ц.о. Уст.Б Ø50 ц.о.	Токарный станок с ЧПУ мод. 16K20Ф3
30	Фрезерная с ЧПУ	Установ А фрезерование шпоночного паза 10N9	Ø50h6 Ø70к6	Фрезерный станок с ЧПУ

		Установ Б фрезерование шпоночного паза 12N9	Ø50h6 Ø70к6	
35	Контрольная	Промежуточный контроль		Стол ОТК
40	0 Круглошлифовальная (предварительное)	Установ А шлифование Ø60к6, шлифование Ø50к6, Установ Б шлифование Ø50к6, шлифование Ø55к6, шлифование Ø60к6, шлифование Ø65к6, шлифование Ø70к6,	Установ А Ø50h6 ц.о Установ Б Ø50h6 ц.о.	Круглошлифовальный станок мод. ЗУ12В
45	0 Круглошлифовальная (окончателное)	Установ А шлифование Ø60к6, Установ Б шлифование Ø70к6, шлифование Ø55к6,	Ø50к6 ц.о.	Круглошлифовальный станок мод. ЗУ12В
50	0 Контрольная	Окончательный контроль	Стол ОТК	

55	Моечная	Мойка, сушка		Моечная машина
----	---------	--------------	--	----------------

3.4 Расчет величины припусков на обработку

В машиностроении существует два метода расчета припусков расчетно-аналитический и табличный.

Расчетно-аналитический метод более точный, т.к. учитываются все особенности обработки, но более трудоемкий, применяется в крупносерийном и массовом в производствах. Табличный метод, основанный на опытно-статистических данных, находит применение в единичном и серийном производствах.

Определяем припуски на поверхность детали вал-шестерня $\varnothing 70$ $k6 \left(\begin{smallmatrix} +0,021 \\ +0,002 \end{smallmatrix} \right)$ расчетно-аналитическим методом.

Технологический маршрут обработки поверхности $\varnothing 70 k6 \left(\begin{smallmatrix} +0,021 \\ +0,002 \end{smallmatrix} \right)$ состоит из окончательного точения и предварительного, окончательного шлифования. Обработка ведется в центрах, погрешность установки в радиальном направлении равна нулю.

Расчет припусков расчетно-аналитическим методом

Расчет припусков выполняем для поверхности $\varnothing 55 k6$ $l=60$ мм.

Табл. 3.3. Припуски и предельные размеры на обработку поверхности $\varnothing 55 k6$

Наименование поверхности и методы ее получения	Индекс	R_a , мкм	h , мкм	T , мм	Отклонения
--	--------	----------------	--------------	----------	------------

Заготовка	0	150	150	2	± 2
Точение окончательное	1	30	30	0,087	$h9(-0,087)$
Шлифование предварительное	2	15	15	0,035	$h6(-0,035)$
Шлифование окончательное	3	5	5	0,003	$k6(+0,021 \atop +0,002)$

Рассчитаем суммарное значение пространственных отклонений по формуле:

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_y^2}, \text{ мм} \quad (3.6)$$

где ρ_y - погрешность установки,

$$\rho_y = 0,25 \text{ мм}$$

ρ_k - коробление заготовки вала по длине и диаметру, определяется по формуле

$$\rho_k = \Delta_k \cdot l, \text{ мм}, \quad (3.7)$$

где Δ_k - удельная кривизна заготовки, определяем по [8]

$$\Delta_k = 0,6 \text{ мкм/мм};$$

l - длина заготовки, мм;

$$\rho_k = 0,6 \cdot 785 = 4,71 \text{ мм}$$

$$\rho_0 = \sqrt{0,3^2 + 0,25^2} = 0,391 \text{ мм}$$

Определение предельных значений минимальных припусков $2 \cdot Z_{\min}$ по формуле:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (R_{z_i} + h_{i-1} + \rho_{i-1}) \quad (3.8)$$

где $Z_{\min}$ - минимальный припуск на обработку

i – индекс метода обработки

h – глубина дефектного слоя

ρ - пространственные отклонения

Окончательное точение $i=1$:

$$2 \cdot Z_{\min 1} = 2 \cdot (30 + 30 + 72,9) = 132,9 \text{ мм}$$

Предварительное шлифование $i=2$:

$$2 \cdot Z_{\min 2} = 2 \cdot (R_{z2} + h_{z2} + \rho_2)$$

$$\rho_2 = k \cdot \rho_{TO} = 0,04 \cdot 72,9 = 2,92 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{\min 2} = 2 \cdot (15 + 15 + 2,92) = 65,84 \text{ мм}$$

Окончательное шлифование $i=3$:

$$2 \cdot Z_{\min 3} = 2 \cdot (R_{z3} + h_{z3} + \rho_3)$$

$$\rho_3 = k \cdot \rho_{TO} = 0,02 \cdot 72,9 = 1,46 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{\min 3} = 2 \cdot (5 + 5 + 1,46) = 22,92 \text{ мм}$$

Определение операционных размеров и размеров заготовки.

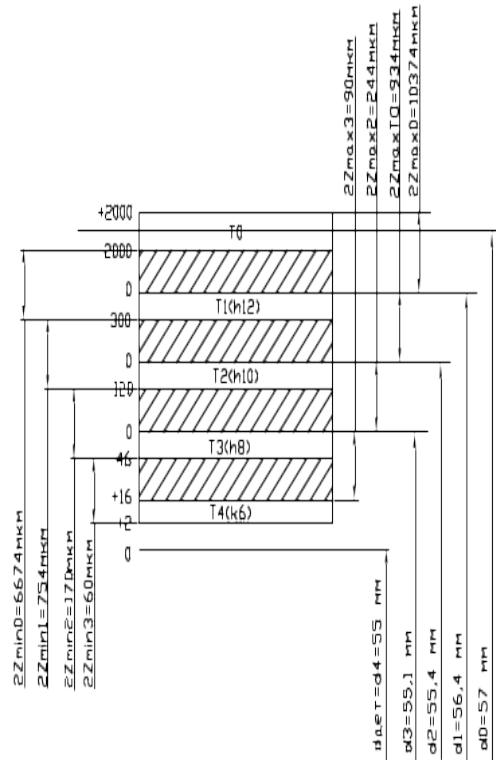


Рис. 1 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности $\varnothing 55k6$

Определение предельных значений максимальных припусков $2 \cdot Z_{\max}$ по формуле:

$$2 \cdot Z_{\max} = 2 \cdot Z_{\min} - T_i + T_{i-1} \quad (3.9)$$

$$2 \cdot Z_{\max 3} = 2 \cdot Z_{\min 3} - T_3 + T_2 = 22.92 - 3 + 35 = 54.92 \text{ мкм} = 0,055 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{\max 2} = 2 \cdot Z_{\min 2} - T_2 + T_1 = 65.84 - 35 + 87 = 117.84 \text{ мкм} = 0,118 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{\max 1} = 2 \cdot Z_{\min 1} - T_1 + T_0 = 132.9 - 87 + 2000 = 2045 \text{ мкм} = 2,05 \text{ мм}$$

Определение предельных размеров:

$$d_2 = d_3 + es_g + 2 \cdot Z_{\max 3} = 55 + 0,003 + 0,055 = 55.05 \text{ мм}$$

$$d_1 = d_2 + 2 \cdot Z_{\max 2} = 55.05 + 0.118 = 55.17 \text{ мм}$$

$$d_0 = d_1 + 2 \cdot Z_{\max 1} - es_{\zeta} = 55.17 + 2.05 - 2 = 55.22 \text{ мм}$$

Определение межоперационных припусков на обработку детали «Вал»

Таблица 3.4. – Межоперационные припуски на обработку

Наименование поверхности и методы обработки	Квалитет	Шероховатость, R_a , мкм	Припуск, мм	Размер, мм
Поверхность $\varnothing 55k6$ $l=30$ мм				
Окончательное шлифование	k6	1,6	0,1	$\varnothing 55$
Предварительное шлифование	h7	1,6	0,3	$\varnothing 55,1$
Окончательное точение	h9	3,2	2,2	$\varnothing 55,4$
Предварительное	h14	12,5	8	$\varnothing 57,6$

точение				
Заготовка				Ø65,6
Поверхность Ø80 h14 l=45 мм				
Предварительное точение	h14	12,5	12	Ø80
Заготовка				Ø92
Поверхность Ø75 h14 l=60 мм				
Предварительное точение	h14	12,5	8	Ø75
Заготовка				Ø83
Поверхность Ø60 k6 l=70мм				
Окончательное шлифование	k6	1,6	0,1	Ø60
Предварительное шлифование	h7	1,6	0,3	Ø60,1
Окончательное точение	h9	3,2	2,2	Ø60,3
Предварительное точение	h14	12,5	8	Ø62,6
Заготовка				Ø70,6
Поверхность Ø50 h6 l=95мм две поверхности				
Окончательное точение	h9	3,2	2,2	Ø50
Предварительное точение	h14	12,5	8	Ø52,2

Заготовка				Ø60,2
Поверхность Ø60h6 l=230мм				
Окончательное точение	h6	3,2	2,2	Ø60
Предварительное точение	h14	12,5	8	Ø62,2
Заготовка				Ø70,2
Поверхность Ø65h6 l=20мм				
Окончательное точение	h6	3,2	2,2	Ø65
Предварительное точение	h14	12,5	8	Ø67,2
Заготовка				Ø85,2
Поверхность Ø70 k6 l=60мм				
Окончательное шлифование	k6	1,6	0,1	Ø70
Предварительное шлифование	h7	1,6	0,3	Ø70,1
Окончательное точение	h9	3,2	2,2	Ø70,3
Предварительное точение	h14	12,5	8	Ø72,6
Заготовка				Ø80,6
Поверхность				

Ø70 h14 l=60 мм				
Предварительное точение	h14	12,5	12	Ø70
Заготовка				Ø82

3.5. Расчет режимов резания

3.5.1. Определение режимов резания расчетно-аналитическим методом

Исходные данные:

Операция 010 Токарная

Оборудование – токарно-винторезный станок 16K20

Заготовка – поковка, полученная свободной ковкой

Материал – ст 40

Механические характеристики материала: σ_B 980 МПа, HB 250

Режущий инструмент :резец токарный проходной упорный отогнутый с углом в плане $\varphi = 90^\circ$ с пластиной и твердого сплава Т14К8, $h_{плст} = 5$ мм, сечение державки резца 16×25 мм

Содержание операции:

Установ А

Переход 1

Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 80$ мм, $l_1 = 365$ мм;

Переход 2

Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 75$ мм, $l_1 = 320$ мм;

Переход 3

Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 70$ мм, $l_1 = 260$ мм;

Установ Б

Переход 1

Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 80 \text{ мм}$, $l_1 = 465 \text{ мм}$;

Переход 2

Точить торец, выдержав размер $d_1 = 60 \text{ мм}$, $l_1 = 340 \text{ мм}$;

Определение глубины резания:

Установ А

переход 1 – $t = 4 \text{ мм}$;

переход 2 – $t = 4 \text{ мм}$;

переход 3 – $t = 4 \text{ мм}$.

Установ Б

переход 1 – $t = 4 \text{ мм}$;

переход 2 – $t = 4 \text{ мм}$.

Определение длины рабочего хода по формуле:

$$L_{p.x.} = l + l_1, \text{ мм} \quad (3.10)$$

где l - длина резания, мм

l_1 - длина врезания резца, мм

Установ А

переход 1 $L_{\delta.\delta.} = 465 + 2,5 = 467,5 \text{ мм}$

переход 2 $L_{\delta.\delta.} = 320 + 2,5 = 322,5 \text{ мм}$

переход 3 $L_{\delta.\delta.} = 260 + 2,5 = 262,5 \text{ мм}$

Установ Б

переход 1 $L_{\partial.\partial.} = 420 + 2,5 = 422,5 \text{ ì}$

переход 2 $L_{\partial.\partial.} = 340 + 2,5 = 342,5 \text{ ì}$

Определение подачи.

В соответствии с [9]:

Установ А

переход 1 – $S_1 = 0,6 \text{ ì} / \text{â}$

переход 2 – $S_1 = 0,6 \text{ мм} / \text{об}$

переход 3 – $S_1 = 0,8 \text{ ì} / \text{â}$

Установ Б

переход 1 – $S_1 = 0,8 \text{ ì} / \text{â}$

переход 2 – $S_1 = 0,6 \text{ мм} / \text{об}$

Корректировка подачи в соответствии с техническими характеристиками станка [9]:

Установ А

переход 1 – $S_1 = 0,6 \text{ ì} / \text{â}$

переход 2 – $S_1 = 0,6 \text{ мм} / \text{об}$

переход 3 – $S_1 = 0,8 \text{ ì} / \text{â}$

Установ Б

переход 1 – $S_1 = 0,8 \text{ ì} / \text{â}$

переход 2 – $S_1 = 0,6 \text{ мм} / \text{об}$

Стойкость режущего инструмента на всех переходах принимаем
 $T = 60 \text{ мин}$

Определение расчетной скорости резания, по формуле:

$$V_{расч} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad (3.11)$$

где C_v - коэффициент, [6], в зависимости от подачи:

$$C_{v1} = 350 \quad C_{v2} = 340$$

m, x, y – показатели степени, [6], в зависимости от подачи:

$$x=0,15; y1=0,35; y2=0,45; m=0,20.$$

T – период стойкости инструмента, мин

t – глубина резания, мм

S – подача, $\frac{\text{мм}}{\text{об}}$

K_v - поправочный коэффициент, определяем по формуле:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} \cdot K_{\varphi} \cdot K_{\varphi_1} \quad (3.12)$$

Где K_{Mv} - коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала,

[9, табл. 1-4, стр. 261], определяем по формуле:

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (3.13)$$

Где K_{Γ} - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости,

[6, табл. 2, стр. 262], $K_{\Gamma} = 1$

n_v - показатель степени, [6, табл. 2, стр. 262], $n_v = 1,0$

$$K_{Mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0,77$$

$K_{Пv}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности,[6],

$$K_{Пv} = 0,8$$

K_{Nv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента,[6],

$$K_{Nv} = 0,8$$

K_{φ} - коэффициент, учитывающий влияние угла в плане, [6]

$$K_{\varphi} = 0,7$$

K_{φ_1} - коэффициент, учитывающий влияние угла φ_1

$$K_{\varphi_1} = 1$$

$$K_v = 0,77 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,34$$

Установ А

переход 1

$$V_{\partial \hat{a} \hat{n} \hat{z}} = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,34 = 50,97 \text{ } i / i \hat{e} i$$

переход 2

$$V_{\partial \hat{a} \hat{n} \hat{z}} = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,34 = 50,97 \text{ } i / i \hat{e} i$$

переход 3

$$V_{\partial \hat{a} \hat{n} \hat{z}} = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,34 = 47,13 \text{ } i / i \hat{e} i$$

Установ Б

переход 1

$$V_{\partial\dot{a}\ddot{n}\ddot{z}} = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,34 = 47,13 \text{ } \hat{i} / \hat{i}\hat{e}\hat{i}$$

переход 2

$$V_{\partial\dot{a}\ddot{n}\ddot{z}} = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 3,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,34 = 44 \text{ } \hat{i} / \hat{i}\hat{e}\hat{i}$$

Определение расчетной частоты вращения, по формуле:

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ } об / мин \quad (3.14)$$

Установ А

переход 1

$$n_{\partial\dot{a}\ddot{n}\ddot{z}} = \frac{1000 \cdot 50,97}{\pi \cdot 80} = 184 \text{ } \hat{i}\hat{a} / \hat{i}\hat{e}\hat{i}$$

переход 2

$$n_{\partial\dot{a}\ddot{n}\ddot{z}} = \frac{1000 \cdot 50,97}{\pi \cdot 75} = 169 \text{ } \hat{i}\hat{a} / \hat{i}\hat{e}\hat{i}$$

переход 3

$$n_{\partial\dot{a}\ddot{n}\ddot{z}} = \frac{1000 \cdot 47,13}{\pi \cdot 70} = 139 \text{ } \hat{i}\hat{a} / \hat{i}\hat{e}\hat{i}$$

Установ Б

переход 1

$$n_{\text{дв}} = \frac{1000 \cdot 47,13}{\pi \cdot 80} = 139 \text{ об/мин}$$

переход 2

$$n_{\text{дв}} = \frac{1000 \cdot 44}{\pi \cdot 60} = 87 \text{ об/мин}$$

Корректировка частоты вращения по паспорту станка:

Установ А

переход 1 $n_1 = 200 \text{ об/мин}$

переход 2 $n_2 = 200 \text{ об/мин}$

переход 3 $n_2 = 125 \text{ об/мин}$

Установ Б

переход 1 $n_2 = 125 \text{ об/мин}$

переход 2 $n_2 = 80 \text{ об/мин}$

Определение фактической скорости резания, по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/мин} \quad (3.15)$$

Установ А

$$\begin{aligned} \text{переход 1} \quad V_{\delta 1} &= \frac{\pi \cdot 80 \cdot 200}{1000} = 50,26 \text{ м/с} \\ \text{переход 2} \quad V_{\delta 2} &= \frac{\pi \cdot 75 \cdot 200}{1000} = 47,1 \text{ м/с} \\ \text{переход 3} \quad V_{\delta 3} &= \frac{\pi \cdot 70 \cdot 125}{1000} = 27,5 \text{ м/с} \end{aligned}$$

Установ Б

$$\begin{aligned} \text{переход 1} \quad V_{\delta 1} &= \frac{\pi \cdot 80 \cdot 125}{1000} = 31,4 \text{ м/с} \\ \text{переход 2} \quad V_{\delta 2} &= \frac{\pi \cdot 60 \cdot 80}{1000} = 15,1 \text{ м/с} \end{aligned}$$

Проверочные расчеты.

Проверка по мощности двигателя станка, должно выполняться условие:

$$N_{рез} \leq 1,2 \cdot N_{эд} \cdot \eta \quad (3.16)$$

где $N_{рез}$ - мощность затрачиваемая на резание, кВт;

$N_{эд}$ - мощность электродвигателя станка, кВт, $N_{эд} = 10 \text{ кВт}$

η - КПД станка, $\eta = 0,85$;

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (3.17)$$

где P_z - определяется по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (3.18)$$

где C_p - постоянная в зависимости от условий обработки,

$C_p = 300$

x, y, n - показатели степени в зависимости от условий обработки [9]

$$x=1, y=0,75, n=-0,15$$

K_p - K_p - поправочный коэффициент, определяется по формуле:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{qp} \cdot K_{jp} \cdot K_{\lambda p} \quad (3.19)$$

где, K_{Mp} - поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости, определяем по формуле[9]:

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (3.20)$$

где n – показатель степени, n=0,75

K_{qp} - поправочный коэффициент, учитывающий влияние угла в плане φ ,

$$K_{qp} = 0,89$$

K_{jp} - поправочный коэффициент, учитывающий влияние переднего угла γ ,

$$K_{jp} = 1$$

$K_{\lambda p}$ - поправочный коэффициент, учитывающий влияние угла наклона режущей кромки λ , [9],

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$\hat{E}_{i\delta} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$$\hat{E}_{\delta} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,18$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 4^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 55,26^{-0,15} \cdot 1,18 = 6560 \text{ Н}$$

$$N_{\text{ддз}} = \frac{6560 \cdot 55,26}{1020 \cdot 60} = 5,92 \text{ ддз}$$

$5,92 < 1,2 \cdot 10 \cdot 0,85$ условие выполняется, следовательно, станок выбран правильно.

Проверочный расчет по допустимой силе подачи, должно выполняться условие:

$$P_x \leq P_{\text{дон}} \quad (3.21)$$

где $P_{\text{дон}}$ - допустимое осевое усилие на станке, $P_{\text{дон}} = 6000 \text{ Н}$

P_x - осевая сила подачи, определяем по формуле:

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \text{ Н} \quad (3.22)$$

где C_p - постоянная в зависимости от условий обработки

$$C_p = 339$$

x, y, n - показатели степени в зависимости от условий обработки [9]

$$x = 1, y = 0,5, n = -0,4$$

K_p - поправочный коэффициент, определяем по формуле:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{qp} \cdot K_{jp} \cdot K_{lp} \quad (3.23)$$

где K_{Mp} - поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости, определяем по формуле [9]:

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (3.24)$$

где n – показатель степени, $n=0,75$

$K_{\varphi p}$ - поправочный коэффициент, учитывающий влияние угла в плане φ ,

$$K_{\varphi p} = 1,17$$

$K_{\gamma p}$ - поправочный коэффициент, учитывающий влияние переднего угла γ

$$K_{\gamma p} = 1$$

$K_{\lambda p}$ - поправочный коэффициент, учитывающий влияние угла наклона режущей кромки λ , [9]

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$\hat{E}_{i\delta} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$$\hat{E}_{\delta} = 1,22 \cdot 1,17 \cdot 1 \cdot 1 = 1,354$$

$$P_x = 10 \cdot 399 \cdot 4^1 \cdot 0,8^{0,5} \cdot 55,26^{-0,4} \cdot 1,354 = 3882H$$

Условие выполняется, т.к. $3882H < 6000H$

Проверочный расчет по подаче, допустимой прочностью пластины из твердого сплава, должно выполняться условие:

$$S \leq S_{дон} \quad (3.25)$$

где $S_{дон}$ - подача, допустимая прочностью пластины из твердого сплава, определяем по формуле:

$$S_{\text{дон}} = S_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ мм/об}$$

где $S_{\text{табл}}$ - табличная подача [9],

$$S_{\text{табл}} = 2,6 \frac{\text{мм}}{\text{мм/об}}$$

K_1 - поправочный коэффициент в зависимости от механических свойств стали, $K_1 = 0,85$

K_2 - поправочный коэффициент в зависимости от угла в плане φ , [9]

$$K_2 = 0,4$$

$$S_{\text{дон}} = 2,6 \cdot 0,85 \cdot 0,4 = 0,884 \frac{\text{мм}}{\text{мм/об}}$$

Условие выполняется, т.к. $0,8 \frac{\text{мм}}{\text{мм/об}} < 0,884 \frac{\text{мм}}{\text{мм/об}}$

2.5.2 Расчет режимов резания табличным методом.

Исходные данные:

Операция 010 Токарная

Оборудование – токарно-винторезный станок 16К20

Заготовка – поковка, полученная свободной ковкой

Материал – ст 40

Механические характеристики материала: σ_B 570 МПа, HB 250.

Режущий инструмент :резец токарный проходной упорный отогнутый с углом в плане $\varphi = 90^\circ$ с пластиной и твердого сплава Т14К8, $h_{\text{пласт}} = 5$ мм, сечение державки резца 16×25 мм

Установ А

Переход 1

Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 80$ мм, $l_1 = 365$ мм;

Переход 2

Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 75 \text{ мм}$, $l_1 = 320 \text{ мм}$;

Переход 3

Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 70 \text{ мм}$, $l_1 = 260 \text{ мм}$;

Установ Б

Переход 1

Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 80 \text{ мм}$, $l_1 = 465 \text{ мм}$;

Переход 2

Точить торец, выдержав размер $d_1 = 60 \text{ мм}$, $l_1 = 340 \text{ мм}$;

Определение глубины резания:

Установ А

переход 1 – $t = 4 \text{ мм}$;

переход 2 – $t = 4 \text{ мм}$;

переход 3 – $t = 4 \text{ мм}$.

Установ Б

переход 1 – $t = 4 \text{ мм}$;

переход 2 – $t = 4 \text{ мм}$.

Определение длины рабочего хода по формуле:

$$L_{p.x.} = l + l_1, \text{ мм} \quad (3.26)$$

где l - длина резания, мм

l_1 - длина врезания резца, мм

Установ А

переход 1 $L_{\partial.\partial.} = 465 + 2,5 = 467,5 \text{ мм}$

переход 2 $L_{\partial.\partial.} = 320 + 2,5 = 322,5 \text{ мм}$

переход 3 $L_{\partial.\partial.} = 260 + 2,5 = 262,5 \text{ мм}$

Установ Б

переход 1 $L_{\partial.\partial.} = 420 + 2,5 = 422,5 \text{ мм}$

переход 2 $L_{\partial.\partial.} = 340 + 2,5 = 342,5 \text{ мм}$

Определение подачи.

В соответствии с [9]:

Установ А

переход 1 – $S_1 = 0,6 \text{ мм} / \text{об}$

переход 2 – $S_1 = 0,6 \text{ мм} / \text{об}$

переход 3 – $S_1 = 0,8 \text{ мм} / \text{об}$

Установ Б

переход 1 – $S_1 = 0,8 \text{ мм} / \text{об}$

переход 2 – $S_1 = 0,6 \text{ мм} / \text{об}$

Корректировка подачи в соответствии с техническими характеристиками станка [9]:

Установ А

переход 1 – $S_1 = 0,6 \text{ мм} / \text{об}$

переход 2 – $S_1 = 0,6 \text{ мм} / \text{об}$

переход 3 – $S_1 = 0,8 \text{ мм} / \text{об}$

Установ Б

переход 1 – $S_1 = 0,8 \text{ мм/об}$

переход 2 – $S_1 = 0,6 \text{ мм/об}$

Стойкость режущего инструмента на всех переходах принимаем
 $T = 60 \text{ мин}$

Определим расчетную скорость резания:

$$V_{\text{расч}} = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \text{ м/мин} \quad (3.27)$$

где $V_{\text{табл}}$ - табличное значение скорости резания, м/мин,

K_1 - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала,

$K_1 = 0,75$

K_2 - коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава,

$K_2 = 1,25$

K_3 - коэффициент, зависящий от вида обработки, [10]

$K_3 = 1,05, \hat{E}_3 = 0,85$

Установ 1

переход 1 $V_{\text{расч}} = 85 \cdot 0,75 \cdot 1,25 \cdot 0,85 = 67,73 \text{ м/мин}$

переход 2 $V_{\text{расч}} = 85 \cdot 0,75 \cdot 1,25 \cdot 0,85 = 67,73 \text{ м/мин}$

переход 3 $V_{\text{расч}} = 75 \cdot 0,75 \cdot 1,25 \cdot 0,85 = 59,76 \text{ м/мин}$

Установ Б

переход 1 $V_{\text{расч}} = 75 \cdot 0,75 \cdot 1,25 \cdot 0,85 = 59,76 \text{ м/мин}$

переход 2 $V_{\text{дв}} = 85 \cdot 0,75 \cdot 1,25 \cdot 1,05 = 83,67 \text{ м/с}$

переход 3 $V_{\text{дв}} = 75 \cdot 0,75 \cdot 1,25 \cdot 0,85 = 59,76 \text{ м/с}$

Определение расчетной частоты вращения, по формуле:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (3.28)$$

Установ А

переход 1 $n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot 67,73}{\pi \cdot 88} = 245, \text{ об/мин}$

переход 2 $n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot 67,73}{\pi \cdot 87,6} = 225, \text{ об/мин}$

переход 3 $n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot 59,76}{\pi \cdot 108} = 176, \text{ об/мин}$

Установ Б

переход 1 $n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot 59,76}{\pi \cdot 108} = 176, \text{ об/мин}$

переход 2 $n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot 83,67}{\pi \cdot 151,938} = 175, \text{ об/мин}$

Корректировка частоты вращения по паспорту станка:

Установ А

переход 1 $n = 250 \text{ об/мин}$

переход 2 $n = 200 \text{ об/мин}$

переход 3 $n = 200 \text{ об/мин}$

Установ Б

переход 1 $n = 200 \text{ об/мин}$

переход 2 $n = 200 \text{ об/мин}$

Определение фактической скорости резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/мин} \quad (3.29)$$

Установ А

переход 1 $V_{\phi} = \frac{\pi \cdot 88 \cdot 250}{1000} = 69,08 \text{ м/мин}$

переход 2 $V_{\phi} = \frac{\pi \cdot 87,6 \cdot 200}{1000} = 55,01 \text{ м/мин}$

переход 3 $V_{\phi} = \frac{\pi \cdot 108 \cdot 200}{1000} = 67,82 \text{ м/мин}$

Установ Б

переход 1 $V_{\phi} = \frac{\pi \cdot 108 \cdot 200}{1000} = 67,82 \text{ м/мин}$

переход 2 $V_{\phi} = \frac{\pi \cdot 151,938 \cdot 200}{1000} = 95,41 \text{ м/мин}$

Проверочный расчет.

проверка по мощности двигателя станка, должно выполняться условие:

$$N_{рез} \leq 1,2 N_{эд} \cdot \eta \quad (3.30)$$

где $N_{рез}$ - мощность затрачиваемая на резание, кВт

$N_{эд}$ - мощность электродвигателя станка, кВт

$N_{эд} = 10 \text{ кВт}$

η - КПД станка

$$\eta = 0,85$$

$$N_{рез} = N_{табл} \cdot K_N, кВт \quad (3.31)$$

где $N_{рез}$ - табличное значение мощности затрачиваемой на резание, кВт

K_N - поправочный коэффициент в зависимости от углов φ, γ , [9]

$$N_{рез} = 4,9 \cdot 1,01 = 4,95 кВт$$

Условие выполняется, т.к. $4,95 < 10$

проверка по допустимой силе подачи, должно выполняться условие:

$$P_x \leq P_{доп} \quad (3.22)$$

где $P_{доп}$ - допустимое осевое усилие на станке, Н

$$P_{доп} = 6000 Н$$

P_x - осевая сила подачи, $P_x = 2000 Н$

Условие выполняется, т.к. $2000 Н < 6000 Н$

Таблица 3.5. – Сводная ведомость режимов резания

	Режимы резания			
	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин
1	2	3	4	5
005 Горизонтально-расточная				

Фрезеровать торец правый, выдержав размер $l=785\text{мм}$	3	0,12	159,6	630
Сверлить ц.о. В2,5	3	0,5	15,3	487
Поворот стола Фрезеровать торец левый, выдержав размер $l=785\text{мм}$	3	0,12	159,6	630
Сверлить ц.о. В2,5	3	0,4	15,3	673
010 Токарная				
Установ А Переход 1 Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 80\text{мм}$ $l_1 = 365\text{мм}$	4,1	0,6	80,85	500
Переход 2 Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 75\text{мм}$ $l_1 = 320\text{мм}$	3		74,89	315
Переход 3 Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 70\text{мм}$ $l_1 = 260\text{мм}$	4		74,89	315
Установ Б Переход 1 Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 80\text{мм}$ $l_1 = 465\text{мм}$	4,1		77,62	600
Переход 2 Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 60\text{мм}$ $l_1 = 340\text{мм}$	4		80,85	500

1	2	3	4	5
030 Токарная с ЧПУ				
Установ А Переход 1 Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 60\text{мм}$ $l_1 = 200\text{мм}$	2		91,5	630
Переход 2 Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 50\text{мм}$ $l_1 = 130\text{мм}$	1,5		76,35	400

Переход 3 Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 40 \text{ мм}$ $l_1 = 25 \text{ мм}$	2	0,8	76,35	400
Установ Б Переход 1 Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 70 \text{ мм}$ $l_1 = 420 \text{ мм}$	2		79,13	630
Переход 2 Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 65 \text{ мм}$ $l_1 = 360 \text{ мм}$	2		91,5	500
Переход 3 Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 60 \text{ мм}$ $l_1 = 340 \text{ мм}$	2		45,5	400
Переход 4 Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 55 \text{ мм}$ $l_1 = 110 \text{ мм}$	2		80,2	500
Переход 5 Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 50 \text{ мм}$ $l_1 = 80 \text{ мм}$	1,5		76,35	400
Переход 6 Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 40 \text{ мм}$ $l_1 = 20 \text{ мм}$	2		76,35	400
035 Шпоночно-фрезерная				
Фрезеровать шпоночный паз 10N9 однократно	5		26,7	450
Фрезеровать шпоночный паз 12N9 однократно	5		25,4	400
050 Круглошлифовальная				
Установ А Переход 1 Предварительно шлифовать Ø55h6	0,15	$S_t = 0,011 \text{ мм/ход}$ $S_{\text{прод}} = 20 \text{ мм/об}$	$V_{kp} = 50$ $V_d = 30$	$n_{kp} = 980$ $n_{kp} = 110$
Переход 2 Предварительно шлифовать Ø60k6	0,17	$S_t = 0,011 \text{ мм/ход}$ $S_{\text{прод}} = 20 \text{ мм/об}$	$V_{kp} = 50$ $V_d = 30$	$n_{kp} = 980$ $n_{kp} = 110$
Установ Б Переход 1 Предварительно шлифовать Ø50h6	0,15		$V_{kp} = 50$	$n_{kp} = 980$ $n_{kp} = 110$

		$S_t = 0,011 \text{ мм/ход}$ $S_{\text{прод}} = 20 \text{ мм/об}$	$V_d = 30$	
Переход 2 Предварительно шлифовать Ø55k6	0,18	$S_t = 0,011 \text{ мм/ход}$ $S_{\text{прод}} = 20 \text{ мм/об}$	$V_{kp} = 50$ $V_d = 30$	$n_{kp} = 980$ $n_{kp} = 110$
Переход 3 Предварительно шлифовать Ø60h6	0,27	$S_t = 0,011 \text{ мм/ход}$ $S_{\text{прод}} = 20 \text{ мм/об}$	$V_{kp} = 50$ $V_d = 30$	$n_{kp} = 980$ $n_{kp} = 110$
Переход 4 Предварительно шлифовать Ø65h6	0,12	$S_t = 0,011 \text{ мм/ход}$ $S_{\text{прод}} = 20 \text{ мм/об}$	$V_{kp} = 50$ $V_d = 30$	$n_{kp} = 980$ $n_{kp} = 110$
Переход 5 Предварительно шлифовать Ø70k6	0,09	$S_t = 0,011 \text{ мм/ход}$ $S_{\text{прод}} = 20 \text{ мм/об}$	$V_{kp} = 50$ $V_d = 30$	$n_{kp} = 980$ $n_{kp} = 110$
055 Круглошлифовальная				
Установ А Переход 1 Окончательно шлифовать Ø60k6	0,05	$S_t = 0,005 \text{ мм/ход}$ $S_{\text{прод}} = 10 \text{ мм/об}$	$V_{kp} = 50$ $V_d = 20$	$n_{kp} = 980$ $n_{kp} = 110$
Установ Б Переход 1 Предварительно шлифовать Ø55k6	0,14	$S_t = 0,011 \text{ мм/ход}$ $S_{\text{прод}} = 20 \text{ мм/об}$	$V_{kp} = 50$ $V_d = 30$	$n_{kp} = 980$ $n_{kp} = 110$
Переход Предварительно шлифовать Ø70k6	0,18	$S_t = 0,011 \text{ мм/ход}$ $S_{\text{прод}} = 20 \text{ мм/об}$	$V_{kp} = 50$ $V_d = 30$	$n_{kp} = 980$ $n_{kp} = 110$

3.6 Расчет норм времени

Пример расчета норм времени на операцию 010 Токарную.

Исходные данные:

Операция 010 Токарная

Оборудование – токарно-винторезный станок 16K20

Заготовка – поковка, полученная свободной ковкой

Материал – ст 40

Приспособление на станке патрон поводковый с плавающими центрами,
центр вращающийся

Способ установки вручную

объем партии деталей $n=40$ шт.

Содержание операции:

Установ А

Переход 1

Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 80$ мм, $l_1 = 365$ мм;

Переход 2

Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 75$ мм, $l_1 = 320$ мм;

Переход 3

Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 70$ мм, $l_1 = 260$ мм;

Установ Б

Переход 1

Точить поверхность, выдержав размер $d_1 = 80$ мм, $l_1 = 465$ мм;

Переход 2

Точить торец, выдержав размер $d_1 = 60$ мм, $l_1 = 340$ мм;

Контрольно-измерительные инструменты: штангенциркуль ШЦ-2, 0,1, 1,25 ГОСТ 166-80 для контроля $\varnothing 90$ k6, $\varnothing 85$ s6, $\varnothing 149$,738; линейка металлическая $L=1000$ мм.

Периодичность контрольных измерений детали на операцию – 0,5

Количество проходов на всех перехода : $i=1$

Длина рабочего хода

Установ А

переход 1 $L_{\partial.\partial.} = 465 + 2,5 = 467,5 \text{ ì}$

переход 2 $L_{\partial.\partial.} = 320 + 2,5 = 322,5 \text{ ì}$

переход 3 $L_{\partial.\partial.} = 260 + 2,5 = 262,5 \text{ ì}$

Установ Б

переход 1 $L_{\partial.\partial.} = 420 + 2,5 = 422,5 \text{ ì}$

переход 2 $L_{\partial.\partial.} = 340 + 2,5 = 342,5 \text{ ì}$

Определение подачи.

Установ А

переход 1 – $S_1 = 0,6 \text{ ì} / \text{â}$

переход 2 – $S_1 = 0,6 \text{ мм} / \text{об}$

переход 3 – $S_1 = 0,8 \text{ ì} / \text{â}$

Установ Б

переход 1 – $S_1 = 0,8 \text{ ì} / \text{â}$

переход 2 – $S_1 = 0,6 \text{ мм} / \text{об}$

Штучно-калькуляционное время определяется по формуле

$$T_{\text{шт.к.}} = T_o + T_v \cdot K_c + T_{\text{обсл}} + T_{\text{отд}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{n}, \text{ мин} \quad (3.23)$$

где T_o - основное время, мин;

T_v - вспомогательное время, мин;

$T_{\text{обсл}}$ - время на организационное и техническое обслуживание, мин;

$T_{отд}$ - время на отдых и личные надобности, мин;

$T_{п.з.}$ - подготовительно-заключительное время, мин; $T_{п.з.} = 16 \text{ мин}$

$K_{t_в}$ - коэффициент, зависящий от характера серийности, [11];

$$K_{t_в} = 1,15$$

Определение T_o по формуле:

$$T_o = \sum_i^n T_{oi} \quad (3.24)$$

$$T_{oi} = \frac{L_{п.х.}}{n \cdot S} \cdot i, \text{ мин} \quad (3.25)$$

где L – длина рабочего хода, мм

n – частота вращения, об/мин

S – подача, мм/об

Установ А

$$\text{переход 1 } \dot{O}_i = \frac{467,5}{0,6 \cdot 200} = 8,89 \text{ в} \cdot \text{с}$$

$$\text{переход 2 } \dot{O}_i = \frac{322,5}{200 \cdot 0,6} = 7,68 \text{ в} \cdot \text{с}$$

$$\text{переход 3 } \dot{O}_i = \frac{262,5}{125 \cdot 0,8} = 5,45 \text{ в} \cdot \text{с}$$

Установ Б

$$\text{переход 1 } \dot{O}_i = \frac{422,5}{125 \cdot 0,8} = 8,26 \text{ в} \cdot \text{с}$$

$$\text{переход 2 } \dot{O}_i = \frac{342,5}{80 \cdot 0,6} = 7,78 \text{ в} \cdot \text{с}$$

Суммарное основное время:

$$\sum \dot{O}_i = 8,89 + 7,68 + 5,45 + 8,26 + 7,78 = 38,8 \text{ òí}$$

Определение $T_{\text{в}}$ по формуле:

$$T_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер1}} + t_{\text{пер2}} + t_{\text{измер}}, \text{ мин} \quad (3.26)$$

где $t_{\text{уст}}$ - время на установку и снятие детали, мин;

Деталь устанавливается в патрон поводковый $t_{\text{óñòÄ}} = 3,5 \text{ òí}$, $t_{\text{óñòÄ}} = 3,5 \text{ òí}$

$t_{\text{пер1}}$ - вспомогательное время, связанное с переходом, $t_{\text{íäð 1}} = 2,64 \text{ òí}$

$t_{\text{пер2}}$ - время, связанное с переходом не вошедшее в первое, $t_{\text{íäð 2}} = 1,18$ [11]

$t_{\text{измер}}$ - вспомогательное время на контрольные измерения, мин;

$$t_{\text{к}} = \sum_i^n t_{\text{контр}i} \quad (3.27)$$

$$t_{\text{контр}i} = T_{\text{изм}} ; K_{\text{период}} \quad (3.28)$$

Установ А

$$t_{\text{éííðð 1}} = 0,27 \cdot 0,5 = 0,135 \text{ òí}$$

$$t_{\text{éííðð 2}} = 0,3 \cdot 0,5 = 0,15 \text{ òí}$$

$$t_{\text{éííðð 3}} = 0,42 \cdot 0,5 = 0,21 \text{ òí}$$

Установ Б

$$t_{\text{éííðð 1}} = 0,32 \cdot 0,5 = 0,16 \text{ òí}$$

$$t_{\text{éííðð 2}} = 0,10 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ òí}$$

$$t_{\text{éííðð 3}} = 0,42 \cdot 0,5 = 0,21 \text{ òí}$$

$$t_{\text{е}} = 0,135 + 0,15 + 0,21 + 0,5 + 0,16 + 0,5 + 0,21 = 1,865 \text{ òí}$$

$$\dot{O}_{\hat{a}} = 3,5 + 3,5 + 2,64 + 1,18 + 1,865 = 12,7 \text{ òéí}$$

Определение $T_{\text{опер}}$ по формуле:

$$T_{\text{опер}} = T_o + T_{\text{г, мин}} \quad (3.28)$$

$$\dot{O}_{\text{під}} = 38,8 + 12,7 = 51,5 \text{ òéí}$$

Определение $T_{\text{обсл}}$ в зависимости от оперативного времени по формуле:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{опер}} \cdot \alpha_1, \text{ мин} \quad (3.29)$$

где α - процент от оперативного времени на организационное и техническое обслуживание, [7], $\alpha = 6\%$

$$\dot{O}_{\text{іаііе}} = 51,5 \cdot 0,06 = 3,09 \text{ òéí}$$

Определение $T_{\text{отд}}$ по формуле:

$$T_{\text{отд}} = T_{\text{опер}} \alpha_2 \quad (3.30)$$

где α - процент от оперативного времени на отдых и личные надобности, [7], $\alpha = 5\%$

$$\dot{O}_{\text{іоді}} = 51,5 \cdot 0,05 = 2,57 \text{ òéí}$$

Расчет подготовительно-заключительного времени:

$$T_{n.з.} = T_{n.з.А} + T_{n.з.В}, \text{ мин} \tag{3.31}$$

$$\dot{O}_{i.з.} = 16 + 8 = 24 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время определяется:

$$T_{шт.к.} = 38,8 + 12,7 \cdot 1,15 + 3,09 + 2,57 + \frac{24}{100} = 54,75 \text{ мин}$$

Таблица 3.6 – Сводная ведомость норм времени.

пер	Наименование операции	$\dot{O}_{i.з.},$ мин	$\dot{O}_i,$ мин	$\dot{O}_a,$ мин	$\dot{O}_{i.а.н.е.},$ мин	$\dot{O}_{i.а.а.},$ мин	$\dot{O}_{шт.к.},$ мин	$\dot{O}_{шт.к.-е.},$ мин
05	Горизонтально-расточная	24	8,16	12,7	1,25	1,04	19,4	27,3
10	Токарная	22	1,87	7,55	0,507	0,471	10,4	12,67
30	Токарная с ЧПУ	19	0,95	4,53	0,328	0,274	2,72	4,34
35	Шпоночно-фрезерная	26	1,63	1,78	0,0712	0,045	4,67	5,93
40	Фрезерная	23	1,02	1,56	0,12	0,18	3,26	4,21
50	Круглошлифовальная	17	1,3	0,33	0,031	0,013	1,67	1,844

3.7. Разработка чертежей заготовок

Заготовка детали «Вал» с техническими требованиями представлена на чертеже № 1.

3.8. Разработка чертежей наладок и схем обработки заготовок

На основе разработанных технологических процессов обработки заданных деталей разрабатываем графическое изображение схем обработки заготовок. На схемах представлены:

- заготовка в том виде, в каком она получается после данной операции, причем, обработанные в данной операции поверхности обведены красным карандашом;
- режущие инструменты в конце рабочих ходов (кроме мерных инструментов, которые показаны в исходном положении);
- конструктивное изображение приспособления или его элементов для базирования и закрепления детали;
- выдерживаемые на данной операции размеры с предельными отклонениями и данные о шероховатости обработанных поверхностей.

Схемы обработки представлены на чертежах №

3.9. Расчёт и проектирование станочного приспособления.

3.9.1. Служебное назначение станочного приспособления

Необходимо спроектировать приспособление для обработки шпоночного паза на вертикально-фрезерно консольном станке модели 6Т13-

1. Операционный чертеж на выполнения операции показан на рис. 3.1.

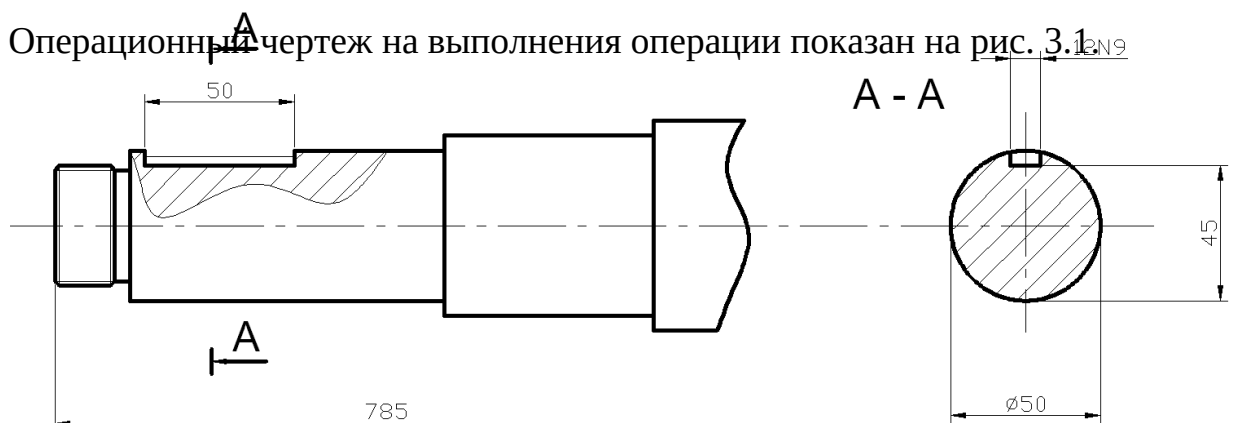


Рис.3.1 Операционный чертеж на выполнения операции

Состав переходов и их последовательность: фрезеровать пазы с маятниковой подачей, выдерживая размеры $B = 12$ мм, $L = 50$ мм.

Требования к операции: обеспечить выполнения размеров $B = 10$ мм, $L = 50$ мм.

Технологические базы:

цилиндрическая поверхность $\varnothing 50k6$, $\varnothing 60k6$ торец Б.

Режущий инструмент: Шпоночная фреза $D=12$, $L=79$, $l=19$, угол наклона винтовых канавок $\omega=20^\circ$, $z=5$, ГОСТ 9140-78.

Режимы резания: ширина фрезерования - $B = 12$ мм, $S_z=0.08$ мм/зуб, $S_m=152$ мм/мин, скорость фрезерования – $V = 23$ м/мин.

Структура приспособления – одноместная.

Степень механизации приспособления – зажим механизированный.

Тип привода – силовой узел пневматический.

3.9.2 Разработка теоретической схемы базирования и схемы установки детали

Исходя из условий требуемой точности обработки, разрабатываем теоретическую схему базирования заготовки на вертекально-фрезерной операции. Теоретическую схему базирования изображаем на рис. 3.2.

Поверхности А и Б (наружные цилиндрические поверхности) двойная направляющая база. Поверхность В (плоская поверхность) опорная база.

На основании рисунка 3.2. выберем базирующие устройства:

- для ориентации поверхности А и Б в качестве базирующего устройства используем призму опорную цельную с выемкой, которая заменяет опорные точки 1,2,3,4;

- для ориентации поверхности В в качестве базирующего устройства используем постоянную опору с плоской головкой, которая заменяет опорную точку;

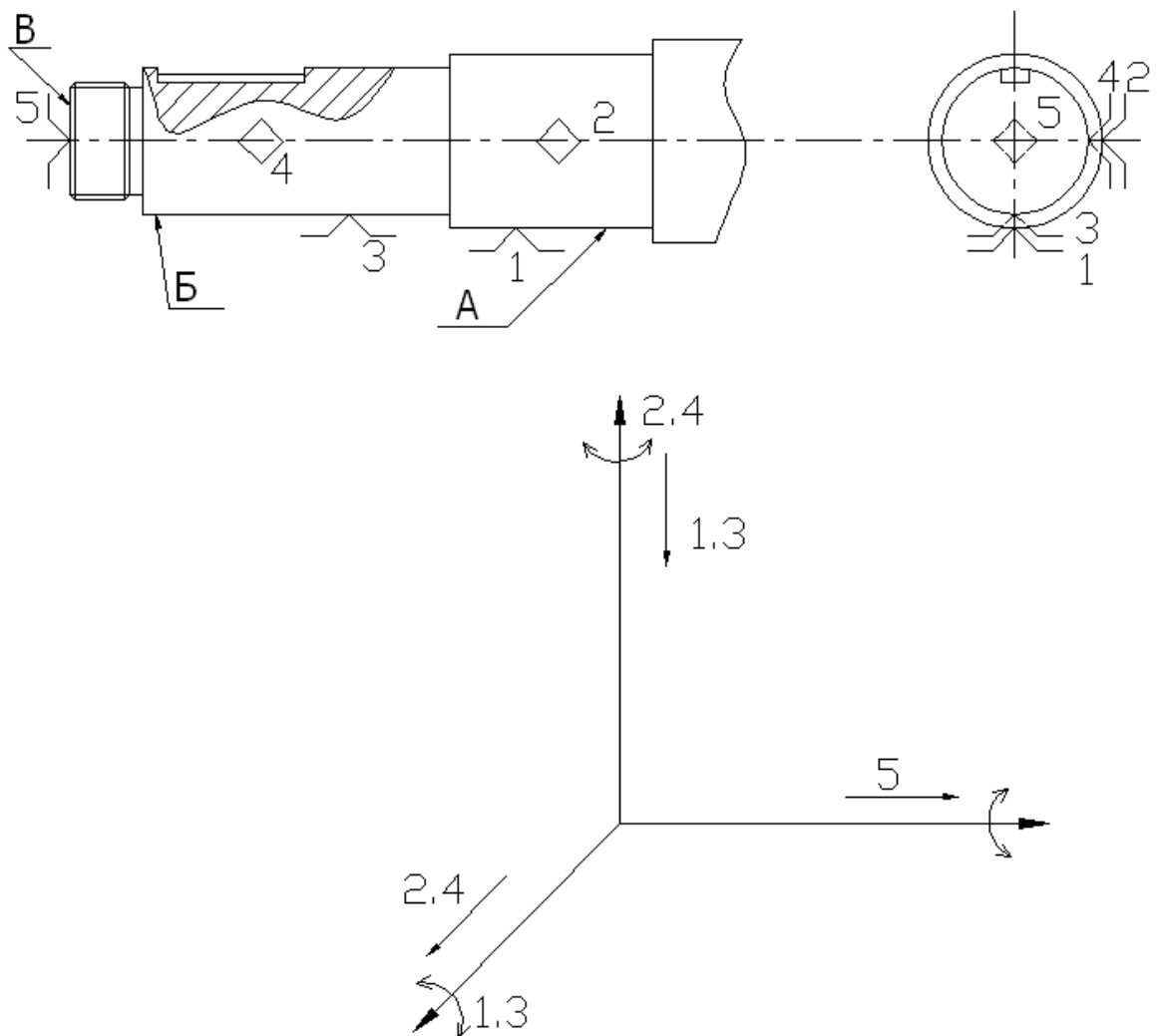


Рис. 3.2. Теоретическая схема базирования.

На основании схемы установки детали разрабатываем схему всех сил действующих на деталь при ее механической обработке в приспособлении (схему сил резания, зажима и трения) .

3.9.3 Расчет потребной силы зажима детали в приспособлении.

При принятой схеме установки и расположения сил при фрезеровании шпоночного паза возможен поворот детали под действием силы P_s , сдвиг под действием силы P_v . P_o минимальная, поэтому ею пренебрегаем. Силы F_1 и F_2 удерживают заготовку от сдвига и поворота.

Составляем уравнение равновесия:

а) от сдвига

$$K \times P_v = F_1 + 2 \times F_2 \quad (3.32)$$

б) от поворота

$$K \times P_s = F_1' + 2 \times F_2', \quad (3.33)$$

где

K – коэффициент запаса;

$P_s = 0,4 \times P_z$ – радиальная составляющая силы резания;

$P_v = 0.95 \times P_z$ - вертикальная составляющая силы резания;

P_z – Главная составляющая сила резания при фрезеровании (окружная),

$$F_1 = F_1' = Q \times f_1; \quad (3.34)$$

$$F_2 = F_2' = N \times f_2; \quad (3.35)$$

$f_1 = f_2 = f = 0,15$ – коэффициент трения между деталью и призмой;

N – нормальная сила давления на заготовку со стороны призмы;

$$N = \frac{Q}{2 \times \sin \frac{\alpha}{2}}, \quad (3.36)$$

Подставляем значение N в (3.35) и (3.36), получаем:

а) от сдвига

$$Q = \frac{K \times P_s \times \sin \frac{\alpha}{2}}{f \times (\sin \frac{\alpha}{2} + 1)} \quad (3.37)$$

б) от поворота

$$Q = \frac{K \times P_v \times \sin \frac{\alpha}{2}}{f \times (\sin \frac{\alpha}{2} + 1)} \quad (3.38)$$

Главную составляющую силы резания находим по формуле:

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times s_z^y \times B^u \times Z}{D^q \times n^w} \times K_{Mp}, \quad (3.39)$$

где

$C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $q = 0,86$; $W = 0$ – показатели степени в формуле окружной силы при фрезеровании,

$n = 370$ об./мин. – частота вращения фрезы;

$z = 5$ – число зубьев фрезы;

$s_z = 0,08$ мм/зуб. – подача на зуб;

$t = 5$ мм – глубина фрезерования;

$B = 12$ мм – ширина фрезеруемого паза;

$D = 12$ мм – диаметр фрезы;

K_{mp} – коэффициент, учитывающий качество материала, определим его по формуле:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{630}{750} \right)^{0,35} = 0,94, \quad (3.40)$$

где

$\sigma_B = 630$ МПа – предел прочности при растяжении;

$n = 0,35$ – показатель степени,

Главная составляющая силы резания равна:

$$P_z = \frac{10 \times 68,2 \times 0,5^{0,86} \times 0,08^{0,72} \times 18 \times 5}{18^{0,86} \times 370^0} \times 0,94 = 423,11 \text{ Н}$$

$$P_s = 0,4 \times 423,11 = 169,2 \text{ Н};$$

$$P_v = 0,95 \times 423,11 = 401,95 \text{ Н};$$

Определим коэффициент запаса по формуле:

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_6, \quad (3.10)$$

где

$K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса, учитывающий неточность расчетной формулы;

$K_1 = 1$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности детали;

$K_2 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при затоплении инструмента;

$K_6 = 1,5$ – коэффициент, учитывающий установку заготовки на опору большой площадью контакта.

$$K = 1,5 \times 1 \times 1,2 \times 1,5 = 2,7$$

Находим значения силы Q и большее используем в дальнейших расчетах.

$$Q_s = \frac{2,7 \times 169,2 \times \sin \frac{90}{2}}{0,15 \times (\sin \frac{90}{2} + 1)} = 1229,95 \text{ Н};$$

$$Q_v = \frac{2,7 \times 401,95 \times \sin \frac{90}{2}}{0,15 \times (\sin \frac{90}{2} + 1)} = 2921,87 \text{ Н};$$

В приспособлении имеется рычажный механизм, силу передаваемую этим рычагом определим по формуле:

$$P = Q \times \frac{l_1}{l_2}, \quad (3.41)$$

где

l_1 и l_2 – плечи рычага, принимаем $l_1 = 68$ мм, $l_2 = 1,5 \times l_1 = 1,5 \times 68 = 102$ мм.

Отсюда

$$P = 1938,56 \times \frac{68}{102} = 1292,4 \text{ Н}$$

Из кинематической схемы видно, что в приспособлении имеется клино-плунжерный механизм. Консольный плунжер перемещается под действием силы W , которую находим по формуле:

$$W = P \times \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{1np}) + \operatorname{tg} \varphi_2}{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{1np}) \times \operatorname{tg} \varphi_{3np}} \quad (3.42)$$

где

$\alpha = \varphi_1 + \varphi_2$ - скос клина;

$\varphi_1 = \operatorname{arctg} f_1$; $\varphi_2 = \operatorname{arctg} f_2$ - углы трения на рабочих поверхностях клина;

f_1 и f_2 - коэффициенты трения;

Для стальных, шлифованных поверхностей клина $f_1 = f_2 = 0,1$.

Отсюда следует, что $\varphi = 5^\circ 43'$ и значит, α для клина и ползуна должен быть $\alpha \leq 2\varphi \approx 11^\circ 26'$

$\varphi_{1np} = \operatorname{arctg} \left(f'_1 \times \frac{d_1}{D_1} \right)$ - коэффициент трения скольжения;

$f'_1 = 0,1$ - коэффициент трения скольжения между осью ролика и роликом;

Отношение d_1/D_1 чаще всего принимают равным 0,5, тогда

$$\varphi_{1np} = \operatorname{arctg} 0,05 = 2^\circ 52'$$

Для клинового механизма с роликом, условие самоторможения будет, когда $\alpha \leq 2\varphi_{np} \approx 5^\circ 42'$

$$\varphi_{3np} = \frac{3 \times l}{a} \times \operatorname{tg} \varphi_3 = \frac{3 \times 55}{75} \times 0,1 = 0,22$$

$$W = 1292,4 \times \frac{\operatorname{tg}(5^\circ + 2^\circ 52') + 0,1}{1 - \operatorname{tg}(5^\circ + 2^\circ 52') \times 0,22} = 309 \text{ Н}$$

Исходя из силы W , находи диаметр пневмоцилиндра по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times W}{\pi \times p \times \eta}}, \quad (3.43)$$

где

$p = 0,4$ МПа – давление сжатого воздуха;

$\eta = 0,85$ – КПД пневмоцилиндра.

Подставляем в формулу (3.13) значение W и получаем

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 309}{\pi \times 0,4 \times 0,85}} = 34 \text{ мм}$$

Принимаем наибольшее по стандарту значение $D = 100$ мм. Обосновываем данный выбор тем, что данное приспособление будет применяться для базирования и закрепления других деталей больших размеров и режимов резания. По диаметру цилиндра выбираем диаметр штока $d = 25$ мм. Пересчитаем давление сжатого воздуха от диаметра пневмоцилиндра и получаем, что $p = 0,046$ МПа

3.9.4 Расчет приспособления на точность.

При расчете на точность расположения паза, должно выполняться условие:

$$E_{\text{факт.}} \leq E_{\text{доп.}},$$

где

$E_{\text{факт.}}$ – фактическая погрешность приспособления;

$E_{\text{доп.}}$ – допустимая погрешность приспособления;

$$E_{\text{доп.}} = T - \omega , \quad (3.44)$$

$T = 0,08$ мм – допуск на ширину паза;

ω – погрешность обработки на вертекально-фрезерном станке (все погрешности кроме связанных с приспособлением). Данная погрешность зависит от геометрической неточности станка, т.е. отклонение от параллельности вектора подачи и оси теобразного паза стола. Следовательно, ω равна геометрической неточности станка и может быть найдена по нормам точности металлорежущих станков . Находим. Что непараллельность вектора подачи и оси паза от 16 до 25 мкм на длине $L = 300$ мм. Чтобы найти погрешность на необходимой длине нужно все погрешности рассматривать на одной длине (рис.3.6).

Из рисунка 3.6 имеем, что $L / \delta = l / \Delta$, отсюда искомая погрешность равна:

$$\Delta = \frac{l \times \delta}{L} = \frac{15 \times 25}{300} = 1,25 \text{ мкм}$$

Фактическую погрешность приспособления найдем по формуле:

$$E_{\text{факт.}} = \sqrt{E_{\text{баз.}}^2 + E_{\text{зак.}}^2 + E_{\text{присп.}}^2} , \quad (3.45)$$

где

$E_{\text{баз.}}$ – погрешность базирования детали в приспособлении, на перекося не влияет;

$E_{\text{зак.}}$ – погрешность закрепления детали в приспособлении, на перекося не влияет, т.к. $\alpha = 90^\circ$ и постоянная сила зажима детали;

Отсюда следует, что

$$E_{\text{факт}} = E_{\text{присп.}}$$

$E_{\text{присп.}}$ – погрешность, связанная с изготовлением и установкой приспособления на столе станка, определяется по формуле:

$$E_{\text{присп.}} = \sqrt{3 \times E_U^2 + E_{\text{СТ}}^2} + E_{\text{изг.}}, \quad (3.46)$$

где

$E_U = 0$ – погрешность связанная с изготовлением опор (призм);

$E_{\text{СТ}} = 0$ – погрешность, возникающая вследствие неточности установки приспособления на станке (ориентация по среднему пазу с помощью двух шпонок);

Отсюда следует, что

$$E_{\text{присп.}} = E_{\text{изг.}}$$

$E_{\text{изг.}}$ – допуск параллельности двух сторон призм и общей оси двух призм на длине $l=15\text{мм}$

Находим, что

$$E_{\text{изг.}} \leq T - \omega = 80 - 1,25 = 78,75 \text{ мкм} = 0,07875 \text{ мм}$$

Этот допуск указывается на сборочном чертеже (в технических требованиях).

4. Гражданская оборона

Тема задания: «Устойчивость работы цеха по производству биодизеля в условия воздействия теплового излучения». Вариант №4.

4.1. Основные положения

4.1.1. Требования законодательства Украины по обеспечению защиты населения и объектов хозяйствования (ОХ) в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.

Гражданская оборона Украины – государственная система органов управления, сил и средств, которые создаются для организации и обеспечения защиты населения от последствий чрезвычайных ситуаций техногенного, экологического, природного и военного характера.

Задачи Гражданской обороны Украины:

- предотвращение чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера и ликвидация их последствий
- оповещение населения об угрозе и возникновениях чрезвычайных ситуаций в мирное и военное времена и постоянное информирование его об имеющейся обстановке;
- защита населения от последствий аварий, катастроф, больших пожаров, стихийного бедствия и применения средств поражения;

- организация жизнеобеспечения населения во время аварий катастроф, стихийного бедствия и в военное время;
- создание систем анализа и прогнозирования управления, оповещения и связи, наблюдения и контроля за радиоактивным химическим и бактериологическим заражением, поддержание их готовности для постоянного функционирования в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени;
- подготовка и переподготовка руководящего состава гражданской обороны, ее органов управления и сил, обучение населения умению применять средства индивидуальной защиты и действовать в чрезвычайных ситуациях.

Основными заданиями в сфере защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и естественного характера есть:

- осуществление комплекса мероприятий по предотвращению и реагированию на чрезвычайные ситуации техногенного и естественного характера;
- обеспечения готовности и контроля за состоянием готовности к действиям и взаимодействия органов управления в этой сфере, сил и средств предназначенных для предотвращения чрезвычайных ситуаций техногенного и естественного характера и реагирования на них.

Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и естественного характера осуществляется на принципах:

- приоритетности заданий, направленных на спасание жизни и сохранение здоровья людей и окружающей среды;
- безусловного предоставления преимущества рациональной и превентивной безопасности;
- свободного доступа населения к информации относительно защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и естественного характера;

- личной ответственности и заботы граждан о собственной безопасности, неуклонного соблюдения ими правил поведения и действий в чрезвычайных ситуациях техногенного и естественного характера;
- ответственности в пределах своих полномочий должностных лиц за соблюдение требований данного Закона;
- обязательности заблаговременной реализации мероприятий, направленных на предотвращение возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и естественного характера и минимизацию их негативных психосоциальных последствий;
- учет экономических, естественных и других особенностей территорий и степени реальной опасности возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и естественного характера;
- максимально возможного, эффективного и комплексного использования имеющихся сил и средств, которые предназначены для предотвращения чрезвычайным ситуациям техногенного и естественного характера и реагирование на них.

Информирование и оповещение в сфере защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и естественного характера являются основным принципом и главным и неотъемлемым элементом всей системы мероприятий такой защиты.

Оповещение об угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и естественного характера и постоянное информирование население о них обеспечивается путем:

- заблаговременного создания и поддержки в постоянной готовности общегосударственной и территориальных автоматизированных систем централизованного оповещения населения;

- организационно технического соединения территориальных систем централизованного оповещения и систем оповещения на объектах ведения хозяйства;
- заблаговременного создания и организационно технического соединения из системами наблюдения и контроля постоянно действующих локальных систем оповещения и информирования населения в зонах возможного катастрофического затопления, районах размещения радиационные и химических предприятий, других объектов повышенной опасности;
- централизованного использования общегосударственных и отраслевых систем связи, радиоведущего, телевизионного оповещения радиотрансляционных сетей и других технических средств передачи информации.

Создание и поддержание в постоянной готовности общегосударственной и территориальных систем наблюдения и контроля с включением к ним существующих сил и средств контроля;

Организация сбора, прорабатывания и передачи информации о состоянии окружающей среды, загрязнения пищевых продуктов, продовольственной сырья, фуража, воды радиоактивными, химическими веществами микроорганизмами и другими биологическими агентами.

Комплексного освоения подземного пространства городов и населенных пунктов для взаимопомощного размещения в нем сооружений и помещений социально-бытового, производственного и хозяйственного назначения с учетом необходимости приспособления и использование части помещений для укрытия населения в раз возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного и естественного характеру;

В условиях неполного обеспечения защитными сооружениями в городах но других населенных пунктах, которые имеют объекты повышенной опасности основным средством защиты населения является

эвакуация и размещение его в зонах, которые являются безопасными для обитания людей и животных.

Во время проектирования и эксплуатации сооружений и других объектов ведение хозяйства, последствия деятельности которых могут вредно повлиять на безопасность населения и окружающей среды, обязательно разрабатываются и осуществляются мероприятия инженерной защиты с целью предотвращения возникновения чрезвычайной ситуации техногенного и естественного характера.

Мероприятия предотвращения или уменьшения степени поражения людей: своевременного предоставления медицинской помощи пострадавшим и их лечение, обеспечение эпидемического благополучия в зонах чрезвычайных ситуаций техногенного и естественного характера.

Защита от биологических средств поражения включает своевременное выявление факторов биологического заражения, в зависимости от их вида и степени поражения, проведения комплекса административно-хозяйственных, режимно ограничительных и специальных противоэпидемических и медицинских мероприятий.

Радиационная и химическая защита включает мероприятия по выявлению и оценке радиационной и химической обстановки, организацию и осуществление дозиметрического и химического контроля, разработки типичных режимов радиационной защиты, обеспечения средствами индивидуальной и коллективной защиты, организацию и проведение специальной обработки. [12]

4.1.2. Понятие устойчивости работы ОХ в чрезвычайных ситуациях, факторы определяющие степень устойчивости работы ОХ в чрезвычайных ситуациях.

Под устойчивостью объекта понимают способность его зданий и сооружений, коммунально-энергетических сетей, станков и оборудования

(т.е. всего инженерно-технического комплекса) противостоять воздействию различных неблагоприятных факторов.

Под устойчивостью работы ОХ понимают его способность выпускать установленные виды продукции в необходимых номенклатурах в случаях чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени, а при получении слабых и средних разрушений и частичного нарушения связи по кооперации и поставкам восстанавливать свое производство в минимальные сроки. Для объектов отраслей, не производящих материальных ценностей (транспорт, связь, торговля и т.д.), устойчивость их работы предполагает способность бесперебойно выполнять свои функции.

На устойчивость работы объектов народного хозяйствования влияют факторы:

- надежность защиты рабочих и служащих от воздействия оружия массового поражения;
- способность инженерно-технического комплекса объекта противостоять в определенной степени ударной волне, световому излучению и радиации;
- защищенность объекта от вторичных поражающих факторов;
- надежность системы снабжения объекта всем необходимым для производства продукции;
- устойчивость и непрерывность производством и ГО;
- подготовленность к ведению спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ и работ по восстановлению нарушенного производства. [13]

4.1.3. Организация исследования устойчивости работы ОХ в чрезвычайных ситуациях, критерии оценки устойчивости объекта к воздействию теплового(светового) излучения.

Исследование устойчивости работы объекта народного хозяйства заключается во всестороннем изучении условий, которые могут сложиться в

военное время, и в определении их влияния на производственную деятельность.

Цель исследования состоит в том, чтобы выявить уязвимые места в работе объекта и выработать наиболее эффективные рекомендации, направленные на повышение его устойчивости. В дальнейшем эти мероприятия включаются в план мероприятий по повышению устойчивости работы объекта, который реализуется.

Исследование устойчивости предприятий проводится силами инженерно-технического персонала с привлечением специалистов научно-исследовательских и проектных организаций, связанных с данным предприятием. Организатором и руководителем исследования является руководитель предприятия – начальник ГО.

Весь процесс планирования и проведения можно разделить на три этапа: первый этап – подготовительный, второй – оценка устойчивости работы объекта в условиях военного времени, третий этап – разработка мероприятий, повышающих устойчивость работы объекта.

В качестве показателя устойчивости объекта к воздействию теплового(светового) излучения принимается минимальное значение теплового (светового) импульса, при котором может произойти воспламенение материалов или конструкций зданий и сооружений, в результате чего возникнут пожары на объекте. Это значение светового импульса принято считать пределом устойчивости объекта к воздействию теплового(светового) импульса. [14]

4.1.4. Факторы, влияющие на противопожарную устойчивость ОХ.

Воздействие светового излучения ядерного взрыва на здания и сооружения объектов народного хозяйства проявляется в возникновении загораний и пожаров, вызывающих разрушение и уничтожение

материальных ценностей, в ряде случаев превосходящие по масштабу разрушения от ударной волны.

На возникновение и распространение пожаров влияет главным образом такие факторы :

- огнестойкость зданий и сооружений;
- пожарная опасность производства;
- плотность застройки;
- метеорологические условия и др.

4.2. Задание

На расстоянии 2 км от исследуемого объекта произошел ядерный взрыв мощностью 300 Кт. Исследовать устойчивость объекта к воздействию теплового излучения ядерного взрыва и вероятность возникновения вторичного поражающего фактора от возможного возгорания хранилища бензина емкостью 30 т на расстоянии 55 м от объекта и его последствия.

4.3. Исследование устойчивости объекта.

4.3.1. Определение максимального значения светового импульса на объекте от ядерного взрыва.

$$U_{\text{св.}} = 1450 \text{ кДж/м}^2$$

4.3.2. Определение избыточного давления воздушной ударной волны, ожидаемого на объекте.

$$\Delta P_{\text{ф}} = 75 \text{ кПа}$$

4.3.3. Определение степени разрушения емкости с топливом.

Степень разрушения наземного металлического резервуара и емкости: средняя.

4.3.4. Определение продолжительности пожара от горящего топлива.

Весовая скорость выгорания бензина $2,9 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{мин}$

$$T_{\text{п}} = 30\,000 / 500 \cdot 2,9 = 20,7 \text{ мин}$$

4.3.5. Определение максимального значения импульса на объекте от горящего топлива.

Вычисляем продолжительность существования огненного шара:

$$T_{\text{св}} = 4,5 \sqrt[3]{50} = 18,5 \text{ с}$$

Определим интенсивность теплового потока:

$$I = 280 \cdot 0,045 \cdot 0,64 = 8,1 \text{ кВт/м}^2$$

Определим значение импульса:

$$U_{\text{т}} = 8,1 \cdot 18,5 = 150 \text{ кДж/м}^2$$

4.3.6. Выявление сгораемых материалов в элементах конструкций.

Двери: доска окрашенная в белый цвет: 1697 кДж/м^2

Оконные рамы: доска окрашенная в темный цвет: 274 кДж/м^2

4.3.7. Определение степени огнестойкости здания и сооружений.

Цех относится ко 2-й степени огнестойкости.

4.3.8. Определение категории производства по пожарной опасности.

Категория по пожарной опасности: Б

4.3.9. Результаты исследования

Результаты исследования занесены в таблицу 4.

Таблица. 4

Наименование объекта	Мощность боеприп	Световой импульс на ОХ	Элементы включающие сгораемые	Предел устойчивости	Тепловой импульс	Степень устойчивости	Степень огнестойкости	Категория пожарн
----------------------	------------------	------------------------	-------------------------------	---------------------	------------------	----------------------	-----------------------	------------------

	ипаса, кТн	кДж/м ²	материалы	элемент а, кДж/м ²	с от пожара, кДж/м ²	объекта		ой опаснос ти
Линия по производс тву био- дизеля	300	1450	Двери Оконные рамы	1697 274	150	274	2	А

4.3.10. Выводы по результатам исследования.

Так как степень устойчивости объекта намного меньше максимального светового импульса, то делаем вывод, что объект не устойчив к тепловому(световому) излучению.

Наименее устойчивыми являются деревянные оконные рамы, окрашенные в темный цвет.

Исходя из того, что здание цеха может получить среднее разрушение, ожидаемый максимальный световой импульс на объекте 1450 Кдж/м², заключаем, что объект находится в зоне сплошных пожаров.

4.4. Мероприятия по повышению устойчивости ОХ при воздействии теплового (светового) излучения.

4.4.1 По обеспечению надёжности защиты рабочих и служащих.

- поддержание в постоянной готовности системы оповещения;
- обеспечение фонда убежищ на объекте для работающих и противорадиактивных укрытий в загородной зоне;
- планирование и выполнение подготовительных работ по строительству на объекте быстровозводимых убежищ и ПРУ в загородной зоне.
- поддержание в готовности защитных сооружений и организация обслуживания убежищ и укрытий;

- подготовка и планирование к рассредоточению и эвакуации в загородную зону производственного персонала и членов семьи;
- накопление, хранение и поддержание в готовности средств индивидуальной защиты;
- обучение рабочих и служащих способам защиты от ОМП и действиям по сигналам оповещения ГО.

4.4.2. По защите основных производственных фондов.

повышение устойчивости зданий и сооружений достигается устройством каркасов, рам, покосов, контрфорсов, опор для уменьшения пролета несущих конструкций, а также применением более прочных материалов.

низкие сооружения для повышения прочности частично обсыпаются грунтом.

высокие сооружения (трубы, вышки, башни, колонны) закрепляются оттяжками, рассчитанными на нагрузки, создаваемые воздействием скоростного напора ударной волны при ядерном взрыве.

защита емкостей для хранения легковоспламеняющихся жидкостей и СДЯВ может осуществляться устройством подземных хранилищ, заглублением их в грунт или обвалованием, а увеличение механической прочности емкостей – установкой ребер жесткости.

4.4.3. По обеспечению устойчивого снабжения всем необходимым для производства.

Установление устойчивых связей с предприятиями-поставщиками, для чего подготавливаются запасные варианты производственных связей с предприятиями;

Дублируются железнодорожный транспорт автомобильными и речными для доставки технологического сырья и вывоза готовой продукции;

Заблаговременно подготавливаются склады для хранения готовой продукции, которую нельзя вывезти потребителям;

Изыскиваются возможные переходы на местные источники сырья и топлива;

Дублирование производства на филиалах предприятия;

Создание на объектах запаса сырья, топлив, оборудования, материалов и комплектующих изделий.

4.4.4. По подготовке к восстановлению разрушенного производства.

Восстановление нарушенного производства организуется после проведения спасательных и других неотложных работ как логическое их продолжение, а в отдельных случаях одновременно с этими работами.

При планировании восстановительных работ в основу расчетов берутся возможные разрушения и повреждения элементов объекта, которые были определены при оценки устойчивости.

При определении времени на восстановительные работы следует учитывать возможность радиоактивного, химического, бактериологического заражения территории объекта и необходимые при этом карантинные и другие режимные мероприятия.

Подготовка объекта к восстановительным работам предполагает создание необходимого материально-технического обеспечения. Создание резервов особо важных и легко повреждаемых узлов и деталей оборудования, отдельных видов оснастки станков и установок, а также требуемых строительных и специальных материалов.

4.4.5. По повышению надежности и оперативности управления производством и ГО.

- объект должен иметь ПУ, который должен обеспечивать руководство мероприятиями ГО и производственной деятельностью объекта;
- размещать диспетчерские пункты, АТС и радиоузлы объекта в наиболее прочных сооружениях;
- дублировать питающие фидеры АТС и радиоузлы;
- обеспечить надежность связи с местными партийными органами, вышестоящим начальником ГО и его штабом, а так же с производителями и формированиями на объекте и в загородной зоне.
- разработать надежные способы оповещения должностных лиц и всего производственного персонала предприятия, их дублирования.

4.4.6. Действия руководителей объекта при чрезвычайных ситуациях.

Руководители объектов должны предусмотреть управление чрезвычайными ситуациями. Для задач обеспечения безопасности человек в ЧС стратегия должна включать осуществление 3-х целей

- предотвращение причин возникновения;
- предотвращение самых экстремальных ситуаций;
- смягчение, максимальное ослабление последствий ЧС;

Данная стратегия осуществляется либо отказом от строительства опасных объектов, либо уничтожением или перепрофилированием производства – источник повышенный опасности.

Вторая стратегия – предотвращение самой ЧС – предусматривает недопущение выхода опасного процесса из-под контроля путем использования надежных аварийных систем, сигнализации, автоматики и других мероприятий по повышению надежности и устойчивости работы предприятий, а также путем мероприятий перевертивной эвакуации и т.д..

Третья стратегия – смягчение последствий – подразумевает ориентацию на ослабление, локализацию последствий ЧС. Эта стратегия имеет приоритет в управлении стихийными бедствиями и ситуациями «комбинированного» типа.

В практике управления наибольший эффект дает совместное использование всех трех стратегий, особенно при промышленной аварий.

5. Охрана труда.

5.1. Общие требования безопасности.

На предприятиях нефтепродуктообеспечения проводятся операции по хранению, отпуску и приему нефтепродуктов, многие из которых токсичны, хорошо испаряются, способны электризоваться, пожаро- и взрывоопасны.

При работе на предприятиях отрасли возможны следующие основные опасности:

- возникновение пожара и взрыва при разгерметизации технологического оборудования или трубопроводов, а также при нарушении правил их безопасной эксплуатации и ремонта;
- отравление работников вследствие токсичности многих нефтепродуктов и их паров, особенно этилированных бензинов;
- травмирование работников вращающимися и движущимися частями насосов, компрессоров и других механизмов в случае отсутствия или неисправности ограждения;
- поражение электрическим током в случае нарушения изоляции токоведущих частей электрооборудования, неисправности заземления, неприменения средств индивидуальной защиты;
- повышенная или пониженная температура поверхности оборудования или воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень вибрации;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;

- возможность падения при обслуживании оборудования, расположенного на высоте.

Все работники предприятия обязаны проходить предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры.

Все поступающие на предприятие проходят первичный инструктаж по технике безопасности и могут быть допущены к самостоятельной работе после практического обучения безопасным приемам работы и стажировки на рабочем месте.

Все работники должны проходить повторный инструктаж (один раз в полугодие - для рабочих и не реже одного раза в год - для служащих).

Полученные знания проверяются комиссией с выдачей соответствующих удостоверений.

Каждый работник предприятия обязан:

- выполнять правила и инструкции по эксплуатации оборудования, охране труда, пожарной безопасности;
- соблюдать внутренний трудовой распорядок и дисциплину труда;
- знать опасные и вредные свойства нефтепродуктов и их паров, газов, жидких и твердых веществ, с которыми приходится соприкасаться в процессе работы, соблюдать правила безопасной работы с ними; содержать в порядке свое рабочее место, а также соблюдать чистоту в цехе и на территории предприятия;
- знать должностные инструкции и выполнять правила и инструкции по эксплуатации оборудования, охране труда, пожарной безопасности;
- знать и выполнять свои обязанности по плану ликвидации аварий и пожаров;
- уметь пользоваться индивидуальными средствами защиты;
- уметь пользоваться первичными средствами тушения пожара, знать их назначение и принцип работы;
- уметь оказывать первую медицинскую помощь пострадавшим.

За невыполнение требований данной инструкции и других инструкций по охране труда, соответствующих выполняемым работам, все работники несут в установленном порядке административную, материальную или уголовную ответственность.

5.2. Требования безопасности на территории предприятия и в производственных помещениях.

Входить на территорию предприятия и выходить разрешается только через проходную.

Ходить по территории предприятия разрешается только по тротуарам и пешеходным дорожкам, а где их нет - по обочине или по краю левой стороны проезжей части дороги, навстречу движущемуся транспорту.

Переходить через трубопроводы можно только по переходным мостикам.

Переходить железнодорожные пути и автодороги необходимо в установленных местах, убедившись в отсутствии приближающегося поезда или автотранспорта.

Запрещается проходить между расцепленными железнодорожными вагонами, под вагонами, ездить на подножках вагонов, ходить по железнодорожным путям.

Стоящие автотранспортные средства следует обходить сзади.

Запрещается ездить на транспортных средствах, не оборудованных для перевозки людей.

Территорию предприятия, резервуарного парка, насосных, вспомогательных цехов, зданий и сооружений, а также дороги, проезды и проходы необходимо содержать в чистоте. Не допускается засорение территории и скопление на ней различных нефтепродуктов и воды.

В летнее время трава должна быть скошена и вывезена с территории в сыром виде.

При разливе нефтепродуктов место разлива следует засыпать песком с последующим удалением его в безопасное место.

При необходимости убрать загрязненный нефтепродуктами грунт.

В помещениях, где произошел разлив этилированного бензина, производится дегазация дихлорамином (3%-ный раствор в воде) или хлорной известью в виде кашицы (одна часть сухой хлорной извести на две-пять частей воды). Во избежание воспламенения запрещается дегазация сухой хлорной известью.

Уборку производственных помещений производить не реже одного раза в смену. Запрещается использовать для мытья полов и стен горючие и легковоспламеняющиеся жидкости.

Проходы, выходы, коридоры, тамбуры, лестничные клетки, запасные выходы не должны загромождаться какими-либо предметами, материалами, оборудованием. Запрещается устройство кладовок, мастерских и т. п. под маршами лестничных клеток.

Лотки, каналы производственных помещений должны быть перекрыты легкоъемными огнестойкими плитами.

На территории предприятия запрещается применять источники открытого огня для освещения, отогревания замороженных участков трубопроводов и т. д.

Курение на территории и в производственных помещениях предприятия запрещается за исключением специально отведенных для этого мест (по согласованию с пожарной охраной), где вывешиваются надписи "Место для курения".

Подъезды к пожарным гидрантам и другим источникам водоснабжения должны быть всегда свободными для беспрепятственного проезда пожарных машин.

В зимнее время необходимо:

- очищать от снега и льда, посыпать песком, чтобы исключить скольжение: настилы, лестницы, переходы, тротуары, пешеходные дорожки и дороги;
- своевременно удалять сосульки и корки льда, образующиеся на оборудовании, крышах зданий, металлоконструкциях.

Каждый работник, обнаруживший на территории предприятия не закрытый крышкой колодец, отсутствие ограждения траншеи или котлована, возникшую течь нефтепродукта, загорание или другого рода аварийную ситуацию, немедленно должен сообщить об этом руководству предприятия, цеха или работнику охраны.

Каждое производственное помещение должно быть оснащено аптечкой с набором медикаментов в соответствии с действующими нормами.

5.3. Требования безопасности при выполнении работ.

Каждый работник должен соблюдать безопасные приемы труда.

При обнаружении какой-либо опасности для себя или другого работника необходимо, соблюдая меры предосторожности, устранить эту опасность и доложить об этом своему непосредственному руководителю.

Работники, занятые ведением технологического процесса, должны:

- знать процесс производства, схему его контроля, расположение, назначение и принцип работы оборудования, арматуры, коммуникаций, приборов, автоматики и уметь их эксплуатировать;
- соблюдать установленные инструкциями и документацией на оборудование нормы и режимы безопасного ведения технологического процесса.

При обслуживании оборудования и проведении его ремонта запрещается:

- применение открытого огня для подогрева нефтепродуктов, отогревания арматуры и т. п.;

- эксплуатация неисправного оборудования;
- эксплуатация и ремонт оборудования, трубопроводов и арматуры с нарушением правил техники безопасности, при наличии утечек нефтепродуктов через неплотности в соединениях и уплотнениях или в результате износа металла;
- применение для открытия и закрытия запорной арматуры каких-либо рычагов (ломов, труб и т. п.);
- ремонт электрооборудования, не отключенного от электросети;
- чистка оборудования и деталей машин горючими легковоспламеняющимися жидкостями;
- работа без соответствующих индивидуальных средств защиты и спецодежды.

Промасленный обтирочный материал хранят в плотно закрывающейся металлической таре.

По мере накопления использованных обтирочных материалов, но не реже одного раза в смену, тару необходимо опорожнять в специально отведенных местах.

Работникам запрещается:

- производить работы, которые им не поручены;
- пускать или останавливать оборудование и механизмы, если это не входит в их обязанности;
- загромождать или уменьшать подходы к средствам пожаротушения. Использовать средства пожаротушения не по назначению.

Работы во взрывоопасных производствах разрешается проводить только с использованием инструмента, исключающего искрообразование при ударе.

Производство работ в местах, где имеется или может возникнуть повышенная производственная опасность, допускается проводить только после обязательного оформления в установленном порядке наряда-допуска

на выполнение работ повышенной опасности, в строгом соответствии со специальной инструкцией.

Перечень таких работ, а также перечни должностей специалистов, имеющих право выдавать наряд-допуск и руководить этими работами, утверждаются главным инженером предприятия.

Для подъема и перемещения грузов, монтажа и демонтажа технологического оборудования, арматуры, а также при их ремонте необходимо применять подъемно-транспортные механизмы.

Работы на высоте должны выполняться с имеющих ограждение лесов, подмостей, площадок, телескопических вышек, подвесных люлек с лебедками, а также с приставных лестниц-стремян, вспомогательных устройств и приспособлений, обеспечивающих безопасность ведения работ.

Для переноски и хранения инструментов, материалов и других мелких деталей работники, работающие на высоте, должны использовать специальные ящики и сумки. Рабочий инструмент и материалы при работе на высоте нельзя складывать у края площадки или бросать вниз.

Ударные, нажимные, режущие инструменты (молотки, кувалды, топоры, долота, стамески и др.) должны применяться для работы с надежно закрепленными рукоятками.

Гаечный ключ должен соответствовать размерам гайки или головки болта.

Запрещается устанавливать в зев ключ подкладки и наращивать гаечный ключ другими предметами.

Земляные работы на территории предприятия разрешается производить только при наличии наряда-допуска.

Производство земляных работ в зоне действующих подземных коммуникаций следует осуществлять под непосредственным руководством прораба или мастера, а в охранной зоне кабелей, находящихся под напряжением, или действующего газопровода, кроме того, под наблюдением работников электро- или газового хозяйства.

Перед допуском рабочих в котлованы или траншеи глубиной более 1,3 м должна быть проверена устойчивость откосов или крепления стен.

Для защиты работников от воздействия вредных производственных факторов им выдается спецодежда и спецобувь.

При работе в условиях повышенного содержания вредных паров и газов работники обеспечиваются:

- индивидуальными фильтрующими противогазами, которые защищают органы дыхания при наличии в воздухе не менее 20% кислорода и не более 0,5% вредных паров и газов;
- шланговыми или изолирующими противогазами, применяемыми при наличии в воздухе любого количества вредных паров и газов.

Если при выполнении работы возможно попадание в глаза отдельных частиц металла, пыли, брызг, агрессивных веществ, искр, работники должны пользоваться защитными очками или щитками.

Требования пожарной безопасности и техники безопасности при техническом обслуживании автотранспорта нефтебазы должны выполняться в соответствии с технической документацией и инструкциями по охране труда на эксплуатацию и ремонт автомобилей.

К работам на электроустановках допускается специально обученный персонал, имеющий соответствующую квалификацию и группу по электробезопасности.

При работе на электроустановках необходимо использовать диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики и другие средства, предусмотренные правилами электробезопасности.

При производстве работ, связанных с приемом, хранением и отпуском этилированного бензина, должны выполняться требования инструкции по охране труда при работе с этилированным бензином.

5.4. Производственная санитария и личная гигиена.

Нефть, нефтепродукты и их пары являются вредными веществами и могут привести к острым или хроническим отравлениям и профессиональным заболеваниям.

В целях охраны здоровья работники должны соблюдать правила производственной санитарии, личную гигиену и проходить в установленные сроки медицинские осмотры и обследования.

Необходимо не допускать загазованности и запыленности на рабочих местах, следить за бесперебойной работой приточно-вытяжной вентиляции, герметичностью емкостей и оборудования; случайно разлитые нефтепродукты немедленно удалять.

При работе с веществами, вызывающими раздражение кожи рук, следует пользоваться защитными перчатками, профилактическими пастами и мазями, а также смывающими и дезинфицирующими средствами.

Спецодежду необходимо содержать в чистоте и исправности, своевременно сдавать в стирку, химчистку и ремонт.

Стирка или химчистка спецодежды должны организовываться администрацией предприятия.

Стирать спецодежду легковоспламеняющимися и горючими жидкостями запрещается.

После окончания работы следует принять душ, переодеться, оставить спецодежду и спецобувь в индивидуальном шкафу. Хранить спецодежду на рабочем месте запрещается.

Употребление растворителей для мытья рук запрещается.

Прием пищи должен производиться только в столовой, буфете или в специально отведенном для этого месте. Перед приемом пищи обязательно мыть руки теплой водой с мылом.

Для питья употреблять воду из питьевых бачков, фонтанчиков и автоматов газированной воды.

5.5. Пожарная безопасность, требования безопасности в аварийных ситуациях.

Производственные и вспомогательные объекты (помещения, сооружения, оборудование и т. п.) должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения согласно действующим нормам.

Использование первичных средств пожаротушения не по назначению запрещается.

Обслуживающий персонал производственных объектов при приеме и сдаче смены должен проверять наличие и исправность противопожарного инвентаря с занесением результатов в вахтовый журнал.

Работник обязан докладывать своему непосредственному руководству о каждом случае травмы, отравления и ожога, полученном лично или другими работниками, а также о загорании, "хлопке" (взрывном воспламенении горючих паров и газов), возникшей аварийной ситуации.

Работник обязан знать номера телефонов и другие средства экстренной связи, уметь ими пользоваться и немедленно осуществлять вызов:

- пожарной охраны - при возникновении загорания или возможности его возникновения вследствие выхода (выброса) горючих паров, газов и жидкостей.
- скорой помощи - при ожогах, травмах, отравлениях.

До прибытия соответствующих служб работники должны срочно принять меры по ликвидации загорания или аварии и оказать помощь пострадавшему.

При возникновении аварий следует:

- умело и быстро выполнять обязанности, изложенные в плане ликвидации аварий;
- сообщить в пожарную охрану;
- прекратить все технологические операции;
- принять меры к удалению людей из опасной зоны;

- проинформировать руководителя предприятия;
- принять участие в ликвидации аварии и устранении ее последствий.

Тушение загораний необходимо производить средствами пожаротушения, имеющимися на участке.

5.6. Краткие правила пользования первичными средствами пожаротушения.

Пенные огнетушители

Предназначены для тушения различных веществ и материалов, за исключением электроустановок, находящихся под напряжением.

Для приведения в действие химически-пенного огнетушителя ОХП-10, необходимо иглой прочистить спрыск, повернуть вверх на 180° до отказа рукоятку, перевернуть огнетушитель крышкой вниз и направить струю пены на очаг горения.

Огнетушитель химически-пенный ОХП-10

- 1 - корпус огнетушителя;
- 2 - рукоятка для приведения огнетушителя в действие;
- 3 - спрыск для выхода пены;
- 4 - ручка для переноса огнетушителя;
- 5 - игла для прочистки спрыска;
- 6 - крышка огнетушителя.

Углекислотные огнетушители

Предназначены для тушения загораний различных веществ, за исключением тех, горение которых происходит без доступа воздуха, а также электроустановок, находящихся под напряжением до 380 В.

Для приведения в действие углекислотных огнетушителей ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8 необходимо раструб направить на горящий предмет, повернуть

маховичок вентиля влево до отказа. Переворачивать огнетушитель не требуется; держать, по возможности, вертикально.

Во избежание обмороживания нельзя касаться металлической части раструба оголенными частями тела.

Огнетушитель углекислотный ОУ-2

- 1 - корпус огнетушителя;
- 2 - запорный вентиль;
- 3 - маховичок для приведения огнетушителя в действие;
- 4 - раструб-снегообразователь;
- 5 - рукоятка для переноса огнетушителя.

Порошковые огнетушители

Предназначены для тушения нефтепродуктов, электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В, ценных материалов и загораний на автомобильном транспорте.

Для приведения в действие порошкового огнетушителя ОП-10 необходимо нажать на пусковой рычаг и направить струю порошка на очаг горения через выкидную насадку.

Огнетушитель порошковый ОП-10

- 1 - корпус огнетушителя;
- 2 - рукоятка для переноса огнетушителя;
- 3 - пусковой рычаг для приведения огнетушителя в действие;
- 4 - выкидная насадка для выхода порошка.

Внутренние пожарные краны

Предназначены для тушения водой твердых сгораемых материалов и горючих жидкостей и для охлаждения ближайших резервуаров.

Внутренний пожарный кран вводится в работу двумя работниками. Один прокладывает рукав и держит наготове пожарный ствол для подачи воды в очаг горения, второй проверяет подсоединение пожарного рукава к штуцеру внутреннего крана и открывает вентиль для поступления воды в пожарный рукав.

Асбестовое полотно, войлок (кошма)

Используется для тушения небольших очагов горения любых веществ. Очаг горения накрывается асбестовым или войлочным полотном с целью прекращения к нему доступа воздуха.

Песок

Применяется для механического сбивания пламени и изоляции горящего или тлеющего материала от окружающего воздуха.

5.7. Меры первой (доврачебной) помощи при несчастных случаях.

Каждый работник предприятия должен уметь оказывать первую помощь пострадавшим при отравлении вредными парами и газами, поражении электрическим током, ожогах, ранениях и других несчастных случаях.

Перед тем, как приступить к оказанию первой помощи, необходимо устранить причины, вызвавшие тяжелое состояние пострадавшего (при отравлении газами или парами - вынести пострадавшего из загазованной зоны; при поражении электрическим током - освободить от соприкосновения с токоведущей частью и т. п.).

Первая помощь при потере сознания

При потере сознания необходимо пострадавшему обеспечить приток свежего воздуха, устранить в одежде все, что может стеснять или затруднять свободное дыхание (расстегнуть ворот, пояс и т. п.), сбрызгивать лицо водой, давать нюхать нашатырный спирт. При отсутствии дыхания немедленно приступить к проведению искусственного дыхания.

Первая помощь при отравлении

Если работник, находящийся в помещении, почувствовал общую слабость, головокружение, то необходимо вывести его на свежий воздух. При ухудшении состояния (рвота, сильные головные боли) необходимо вызвать скорую медицинскую помощь.

Первая помощь при ожогах

Различают ожоги четырех степеней.

Ожоги первой степени (легкие) характеризуются покраснением и болезненностью кожи. При средних и тяжелых ожогах (2, 3, 4 степени) на место ожога наложить стерильную повязку и отправить пострадавшего в медицинское учреждение.

Первая помощь при химических ожогах

При ожогах крепкими кислотами, едкими щелочами и другими агрессивными веществами необходимо пораженное место быстро промыть сильной струей воды из-под крана в течение 10-15 минут и отправить пострадавшего в медицинское учреждение.

При попадании кислоты или щелочи в глаза необходимо промыть их большим количеством воды и вызвать скорую медицинскую помощь.

Первая помощь при обморожении

Обморожения могут быть вызваны низкой температурой окружающего воздуха, попаданием сжиженных углеводородных газов на открытые части тела работника.

Если пострадавший получил обморожения под воздействием низкой температуры, то необходимо обмороженные части тела растереть сухой шерстяной тканью, перчаткой, варежкой и т. д. до покраснения. После этого обмороженное место смазать противоожоговой мазью.

При попадании сжиженных углеводородных газов (пропана, бутана и т. п.) на тело необходимо обмороженное место промыть обильной струей воды и смазать противоожоговой мазью. Если образовались пузыри, следует наложить стерильную повязку и отправить пострадавшего в медицинское учреждение.

Первая помощь при поражении электрическим током

Электрический ток может вызвать тепловые ожоги, потерю сознания, остановку дыхания, а в некоторых случаях - мгновенную смерть.

Первой мерой неотложной помощи при поражении электрическим током является немедленное освобождение пострадавшего от действия тока (выключить рубильник, вывернуть электрические пробки и т. д.).

При невозможности быстрого отключения тока, пострадавшего нужно отделить от токоведущих частей при помощи предметов, не проводящих ток (сухая деревянная доска и т. п.).

После освобождения пострадавшего от действия электрического тока следует немедленно приступить к оказанию первой помощи.

Действия при ожогах и потере сознания изложены выше. В случае же остановки дыхания следует приступить к одновременному проведению искусственного дыхания и непрямого массажа сердца до прибытия скорой медицинской помощи.

Первая помощь при ранениях, переломах, вывихах и ушибах

При ранениях основной задачей оказывающего первую помощь является предохранение пораженного места от загрязнения. Для оказания первой помощи необходимо вскрыть индивидуальный пакет, который должен находиться в аптечке, и перевязать рану. Нельзя при этом касаться руками той части стерильного материала, которая будет наложена на рану.

При кровотечении необходимо остановить кровь, подняв раненую конечность вверх и закрыв кровоточащую рану перевязочным материалом из индивидуального пакета. Сложив материал комочком, придавить его к ране и поддерживать так в течение 4-5 минут, после чего сверху забинтовать и отправить пострадавшего в медпункт.

Если кровотечение тугой повязкой не останавливается, то необходимо наложить жгут, а при его отсутствии - закрутку из подручного материала (скрученный платок, полотенце и т. п.) (Рис.4). Жгут накладывают выше места кровотечения, ближе к ране, на одежду или мягкую подкладку из бинта, чтобы не прищемить кожу.

Во избежание омертвления конечности не оставлять жгут на месте более 2-х часов. Пострадавшего после наложения жгута необходимо немедленно отправить в медпункт.

В случае кровотечения из артерии головы или когда абсолютно не из чего сделать жгут, нужно прижать артерию выше места повреждения к кости и немедленно транспортировать пострадавшего в медпункт.

В тех случаях, когда нельзя наложить жгут (при кровотечении на голове, шее, грудной клетке, животе), применяют давящую повязку.

При переломах нужно создать полный покой поврежденной части тела и соблюдать исключительную осторожность при переноске пострадавшего. Прежде всего следует определить место перелома. При этом не допускать движения поврежденной конечности или части тела, так как острые концы кости могут поранить окружающие ткани, мышцы, кожу, вызвать кровотечение. Необходимо наложить на поврежденную часть тела неподвижную повязку - шину. Если нет специальных шин, то можно использовать имеющийся под руками подходящий материал (доску, палки и т. п.).

Шины накладывают таким образом, чтобы они захватывали не менее двух суставов, между которыми находится перелом. Под шины нужно подложить мягкий материал - вату, полотенце и пр. (Рис. 5 и 6).

При переломе черепа пострадавшего уложить на носилки таким образом, чтобы голова была несколько приподнята, по бокам ее уложить два валика. На голову положить холод.

При переломах позвоночника осторожно положить пострадавшего на носилки животом вниз и отправить в медпункт. Носилки должны быть твердыми, для чего снизу положить широкую доску.

При вывихах необходимо закрепить конечность в том положении, какое она приняла. Например, при вывихе плеча под мышку положить какой-нибудь мягкий сверток, руку подвесить; при вывихе бедра подложить свернутую одежду, когда пострадавший будет положен на носилки. Вправление вывиха производится только врачом.

При ушибах следует приложить к ушибленному месту холод, туго забинтовать и направить пострадавшего в медпункт.

Способы искусственного дыхания

Наиболее эффективным и во многих случаях приемлемым является искусственное дыхание по методу вдувания воздуха "изо рта в рот" или "изо рта в нос". Искусственное дыхание делают, когда человек не дышит.

Быстро открыть пострадавшему рот и, если там есть жидкость, слюнь, удалить их носовым платком, марлей. Вынуть также съемные протезы, положив человека на спину и расстегнув на нем одежду, максимально запрокинуть его голову, чтобы язык не закрыл вход в гортань.

Зажав ноздри пострадавшего, глубоко вдохните, плотно прижмите свой рот к его открытому рту (через платок) и с силой вдувайте воздух до тех пор, пока грудь пострадавшего не начнет подниматься.

Выдохнув весь свой запас воздуха, сделайте глубокий вдох. В это время у пострадавшего пассивно происходит выдох.

Методом "изо рта в нос" нужно пользоваться при ранениях нижней челюсти или, когда челюсти плотно стиснуты.

Оказывающий помощь производит 12-15 вдуваний в минуту.

Непрямой (наружный) массаж сердца

При отсутствии пульса у пострадавшего одновременно с искусственным дыханием проводят непрямой массаж сердца. Для этого пострадавшего необходимо уложить на жесткую поверхность. Оказывающий помощь становится справа или слева от пострадавшего и, положив кисти рук одна на другую на нижнюю часть грудной клетки, энергичными толчками производит ритмичное надавливание на грудную клетку (частота надавливаний - 50-60 раз в минуту, глубина надавливаний - 3-4 см).

Необходимо придерживаться следующего чередования массажа и искусственного дыхания:

а) при наличии помощника - через каждые 4-6 надавливаний на грудную клетку помощник делает вдувание воздуха;

б) при отсутствии помощника - через 15-20 надавливаний с целью массажа сердца производить 2-3 вдувания.

Искусственное дыхание и массаж сердца следует проводить до полного восстановления дыхательной и сердечной деятельности или до решения врача о наступлении смерти.

6. Экономика производства.

6.1. Затраты производства и себестоимость продукции.

Разработанная линия рассчитана на бесперебойную производительность 300 л/ч (7 200л/сутки) и потребление электроэнергии 3 кВт/ч.

Стоимость исходных продуктов по рыночной цене на сегодняшний день и потребляемые материалы, сведены в таблицу 6.1.

Табл.6.1.

Наименование продукта	Закупочная цена	Потребляемый объем
Рапсовое масло	3 грн./л	300 л/ч
Метанол	3,7 грн./л	50 л/ч
Щелочь	8 грн./кг	1,5 кг/ч

Затраты на основные материалы за вычетом возвратных отходов:

$$C_{o.m.} = C_m * H_m - C_o * H_o, \quad (6.1)$$

где, C_m - цена материала покупная (без налога на добавленную стоимость) с учетом транспортно-заготовительных расходов, грн/л, грн/кг;

H_m - норма расхода материала, л, кг;

Π_0 - цена продажная реализуемых отходов, грн/л;

$\Pi_0 = 5$ грн/л

N_0 - норма реализуемых отходов, л.

К основному материалу относится биодизель. К отходам - глицерин.

$$C_{o.m.} = 3 * 300 - 5 * 50 = 1\,150 \text{ грн.}$$

Затраты на вспомогательные материалы:

$$C_{всп.м} = \Pi_i * P_i, \quad (6.2)$$

где Π_i - цена покупная i-го вида вспомогательных материалов, грн;

P_i - расход на единицу продукции i-го вида вспомогательных материалов (норма расхода), л, кг.

Вспомогательные материалы - это материалы для протекания реакции приготовления биодизеля. К ним относятся: метанол, щелочь.

$$C_{всп.м} = 3,7 * 50 + 8 * 1,5 = 197 \text{ грн.}$$

Затраты на энергоносители:

$$\tilde{N}_{y\ddot{e}} = \ddot{O}' \cdot H_p', \quad (6.3)$$

где, Π_i' - цена энергоносителя, грн ,

$\Pi_i' = 0,5$ грн/кВт

H_{pi}' - норма расхода i-го энергоносителя на единицу продукции, кВт.

$$C_{эл} = 3 * 0,5 = 1,5 \text{ грн.}$$

Заработная плата основных производственных.

Режим работы линии круглосуточный. Фактическое время работы 24 часа в сутки.

Для обслуживания линии необходимо 3 работника, работающих посменно (1 работник/8 часов). Зарплата рабочим $C_o = 8$ грн./час.

Дополнительная заработная плата включает доплаты, надбавки, премиальные выплаты, оплату отпусков и выполнение гос. обязанностей. Доплаты предусматриваются за работу в ночное время, за совмещение профессий, расширение зон обслуживания, за работу в сверхурочное время и т.д.

$$C_{д.з} = C_o * J \quad (6.4)$$

где, J - процент дополнительной заработной платы (50 %).

$$C_{д.з} = 8 * 0,5 = 4 \text{ грн./ч}$$

Отчисления на социальные мероприятия:

$$C_{соц} = C_o * F \quad (6.4)$$

где, F - процент социальных отчислений (30 %).

$$C_{соц} = 8 * 0,3 = 2,4 \text{ грн./ч}$$

Общепроизводственные расходы:

$$C_{цех} = C_o * a \quad (6.5)$$

где, а – коэффициент общепроизводственных расходов (1%)

$$C_{\text{цех}} = 8 * 0,1 = 0,8 \text{ грн./ч}$$

Себестоимость определяется:

$$S_{\text{цех}} = C_{\text{ом}} + C_{\text{всп.м}} + C_{\text{эн}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{оз}} + C_{\text{цех}}, \quad (6.6)$$

$$S_{\text{цех}} = 1\,150 + 197 + 1,5 + 2,4 + 8 + 0,8 = 1\,359,7 \text{ грн.}$$

Себестоимость одного литра биодизеля:

$$S_{\text{шт}} = S_{\text{цех}} / V \quad (6.7)$$

$$S_{\text{шт}} = 1359,7 / 300 = 4,53 \text{ грн}$$

Продажа биодизеля не включает налог на добавленную стоимость, так как является альтернативным видом топлива.

Рассчитаем норматив рентабельности по формуле:

$$N = \Pi_{\text{рын}} / \Pi_{\text{р}} \quad (6.9)$$

где, $\Pi_{\text{рын}}$ – рыночная стоимость

$\Pi_{\text{рын}} = 5,45 \text{ грн}$ (на 18.06.2009)

$$N = (5,45 / 4,53) - 1 = 20\%$$

где, Р – производительность (300л/ч)

$$Q = 24 \cdot 300 \cdot (5,54 - 4,53) = 6\,624 \text{ грн.}$$

Стоимость линии приведена укрупнено в таблице 6.2.

Табл.6.2.

Наименование оборудования (работы)	Кол-во, шт.	Стоимость оборудования, грн.
Каскадный волновод-излучатель	1	10 000
Насос (центробежный)	4	4 000
Емкость железная (150л)	1	5 000
Емкость пластиковая	2	4 000
Трубы пластиковые	-	1 000
Металлоконструкция	1	10 000
Сборка линии	-	10 000
Всего		44 000

Сроки окупаемости линии рассчитаем по формуле:

$$N = C/Q \quad (6.11)$$

$$N = 44\,000 / 6\,624 = 7 \text{ дней}$$

6.2. Организация разработки и составления сетевого графика.

Для организации разработки большое распространение получил метод сетевого планирования и управления.

Для выполнения работ по заданной теме сетевая модель разбивается на отдельные чётко определенные работы и отражает логическую взаимосвязь и параметры всех работ и событий разработки.

Планирование работ с применением сетевого метода осуществляется в следующей последовательности:

- 1) составление перечня всех работ,
- 2) определение продолжительности работ,
- 3) составление сетевого графика,
- 4) расчёт основных параметров сетевого графика,
- 5) определение критического пути,

Для построения сетевого графика необходимо составить таблицу с перечнем всех событий и работ. Для оценки продолжительности работ применяется вероятностный принцип, при этом ответственный представитель по каждой работе делает две оценки и, на основе этих оценок, определяет ожидаемое время по формуле:

$$t_{ож} = \frac{3t_{MIN} + 2t_{MAX}}{5}, \quad (6.12)$$

где, t_{MIN} – минимальная продолжительность работы при благоприятных условиях

t_{MAX} – максимальная продолжительность работы при неблагоприятных условиях.

Для контроля правильности работ в каждом случае необходимо рассчитать величину дисперсии по формуле:

$$\tau_t^2 = 0,04 * (t_{MAX} - t_{MIN})^2 \quad (6.13)$$

Если $\tau_t^2 > 1$, то это свидетельствует о том, что не точно определены t_{MAX} и t_{MIN} и поэтому необходимо повторить расчёт $t_{\text{ож}}$ по новым значениям t_{MAX} и t_{MIN} .

Перечень всех событий и работ, их продолжительность и дисперсии приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3.

№	Наименование события	Код раб.	Наименование работы	Время (дни)			τ^2
				t_{MIN}	t_{MAX}	$t_{\text{ож}}$	
1	2	3	4	5	6	7	8
0	Подготовительный этап проделан.	0-1	Изучение существующей конструкции, обсуждение возможных принципов построения структурных схем.	3	5	4	0,16
1	Существующие конструкции изучены, тема на разработку утверждена.	1-2	Разработка утверждена и выдано ТЗ.	2	4	3	0,16

2	ТЗ разработано и выдано.	2-3	Разработка структурной схемы. Выбор элементов.	5	7	6	0,16
3	Структурная схема разработана.	3-4	Разработка электрической принципиальной схемы.	16	20	17	0,64
4	Принципиальная схема разработана	4-5	Изготовление макета и его испытания	4	7	5	0,36
		4-6	Выдача ТЗ в КБ	2	3	2	0,04
		4-7	Выдача задания в ОТС и ОК	1	2	1	0,04
5	Макет устройства изготовлен и испытан	5-11	Выдача результатов испытания.	1	2	1	0,04
		5-6	Выдача коррекций по результатам испытаний	2	3	2	0,04
6	Задание в КБ выдано коррекция проведена	6-8	Разработка в КБ эскизных чертежей	13	15	14	0,16
7	Задание в ОТС и ОК выдано	7-11	Закупка полуфабрикатов и готовых изделий	8	10	9	0,16

8	Эскизные чертежи готовы	8-9	Копирование чертежей	2	4	3	0,16
9	Чертежи скопированы	9-10	Отсинение копий чертежей для опытного цеха	2	3	2	0,04
10	Чертежи для Опытного цеха отсинены	10-11	Выдача эскизных чертежей в опытный цех	1	2	1	0,04
11	Эскизные чертежи, Полуфабри- каты, готовые изделия, получены опытным цехом. Результаты испытаний получены.	11-12	Заготовительные работы, комплектровка	2	3	2	0,04
12	Заготовитель- ные работы и комплектров- ка закончены	12-13	Гальванические и слесарно- сборочные работы	8	10	9	0,16

13	Гальвани- ческие и слесарно- сборочные работы	13-14	Монтажные работы	3	5	4	0,16
14	Монтажные работы закончены	14-15	Приём ОТК	1	2	1	0,04
15	Опытный образец изготовлен	15-16	Изготовление полного комплекта чертежей	8	10	9	0,16
16	Чертежи изготовлены	16-17	Регулировка и снятие характеристик	4	6	5	0,16
17	Регулировка проведена характе- ристики сняты	17-18	Составление технического отчёта	3	4	3	0,04
18	Технический Отчёт составлен	18-19	Коррекция чертежей в КБ	3	4	3	0,04
		18-20	Проведение заводских испытаний	2	5	3	0,36
19	Коррекция чертежей проведена	19-20	Сдача ТД в ОТД	1	3	2	0,16

20	Техническая документация в ОТД сдана. Заводские испытания проведены.						
----	---	--	--	--	--	--	--

Расчёт основных временных параметров сетевого графика.

К основным параметрам описания сетевого графика относятся:

- 1) резервы времени событий,
- 2) резервы времени путей и работ.

Зная продолжительность всех работ, можно для любого события сети определить по определённому правилу более ранний из возможных сроков его свершения t_{pi} и наиболее поздний из допустимого срока его свершения t_{pi} .

Для событий принадлежащих критическому пути $t_{pi} = t_{pi}$. Все события в сети, за исключением событий критического пути, имеют резервы времени, которые обозначаются:

$$R_i = t_{pi} - t_{pi} \quad (6.14)$$

Резерв времени события i показывает предельно допустимый период данного события, не вызывая при этом увеличения общего срока выполнения разработки. Зная ранний и поздний сроки наступления всех событий в сети можно для любой работы i, j определить:

самый ранний из возможных сроков начала работы –

$$t_{PH\ ij} = t_{Pi} \quad (6.15)$$

самый поздний из допустимых сроков начала работы –

$$t_{ПН\ ij} = t_{Pi} - t_{ij} \quad (6.16)$$

самый ранний из возможных сроков окончания работ –

$$T_{P\ 0ij} = T_{Pi} + t_{ij} \quad (6.17)$$

самый поздний из допустимых сроков окончания работ –

$$t_{П\ 0ij} = t_{П\ j}. \quad (6.18)$$

Для всех работ критического пути:

$$t_{PH\ ij} = t_{ПН\ ij} \text{ и } t_{P\ 0ij} = t_{П\ 0ij}, \quad (6.19)$$

так как для всех событий этого пути $t_{Pi} = t_{Pi}$.

Полный резерв времени работы:

$$R_{П\ (i-j)} = t_{ПО\ (j-j)} - t_{PH\ (i-j)} - t_{(i-j)} \quad (6.20)$$

Показывает на сколько может быть увеличена продолжительность отдельной работы или отсрочено её начало при условии, что продолжительность проходящего через неё максимального пути не превышала критического пути. У отдельных работ помимо полного резерва имеется свободный резерв времени:

$$R_C = R_{П\ (i-j)} - R_{(i)} - R_{(j)} \quad (6.21)$$

где, $R(i)=t_{п(i)}-t_{р(i)}$ – резерв времени максимального из путей, проходящих через это событие.

Свободный резерв времени может быть лишь у тех работ, которые не лежат на максимальных путях, проходящих через начальные и конечные события данной работы.

Временные параметры сетевого графика сведены в таблицу 6.4.

Таблица 6.4.

Код работы	Тож (дни)	Ранний срок (дни)		Поздний срок (дни)		Резерв времени (дни)			
	t (i-j)	t _{рн} (i-j)	t _{ро} (i-j)	t _{пн} (i-j)	t _{по} (i-j)	R (i)	R (j)	R _п (i-j)	R _с (i-j)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	4	0	4	0	4	0	0	0	0
1-2	3	4	7	4	7	0	0	0	0
2-3	6	7	13	7	13	0	0	0	0
3-4	17	13	30	13	30	0	0	0	0
4-5	5	30	35	30	35	0	0	0	0
4-6	2	30	32	35	37	0	0	5	5
4-7	1	30	31	47	48	0	17	17	0
5-6	2	35	37	35	37	0	0	0	0
5-11	1	35	36	56	57	0	0	21	21
6-8	14	37	51	37	51	0	0	0	0
7-11	9	31	40	48	57	17	0	17	0
8-9	3	51	54	51	54	0	0	0	0
9-10	2	54	56	54	56	0	0	0	0
10-11	1	56	57	56	57	0	0	0	0
11-12	2	57	59	57	59	0	0	0	0

12-13	9	59	68	59	68	0	0	0	0
13-14	4	68	72	68	72	0	0	0	0
14-15	1	72	73	72	73	0	0	0	0
15-16	9	73	82	73	82	0	0	0	0
16-17	5	82	87	82	87	0	0	0	0
17-18	3	87	90	87	90	0	0	0	0
18-19	3	90	93	90	93	0	0	0	0
18-20	3	90	93	92	95	0	0	2	2
19-20	2	93	95	93	95	0	0	0	0

Определение критического пути.

По полученным данным строим сетевой график и определяем критический путь, т. е. от начального до завершающего события, имеющий наименьшую продолжительность.

Критический путь проходит через события:

0–1–2–3–4–5–6–8–9–10–11–12–13–14–15–16–17–18–19–20

$T_{кр} = 95$ дней

Работы и события на критическом пути не имеют резервов времени. Критический путь определяет ранний срок наступления завершающего события.

Поздний срок наступления завершающего события определяет заданный (директивный) срок.

Список использованной литературы

1. Статья: www.energy-saving-technology.com. ЗАО «Новый Технический Союз».
2. Статья: www.biodiesel-ua.com. ООО «Биодизель крым».
3. Статья: www.zerno-ua.com. Г. С. Столяренко, С. Л. Ющенко, Ю. Д. Марцинишин, Н. М. Фомина, Е.В. Мислюк (Черкасский государственный технологический университет).
4. Курочкин А.К. Исследование влияния ультразвука на интенсификацию некоторых нефтетехнологических процессов. Кандидатская диссертация. Уфа. УНИ. октябрь 1981.
5. Валитов Р.Б., Курочкин А.К., Маргулис М.А. и др. Химические и физико-химические процессы в полях, создаваемых гидроакустическими излучателями. 1. Интенсифицирующее действие гидроакустического поля на некоторые химические реакции. Ж.Ф.Х, т. LX, 1986, № 4. с. 889-892.
6. Курочкин А.К., Смородов Е.А., Маргулис М.А., Бадиков Ю.В. Химические и физико-химические процессы в полях, создаваемых гидроакустическими излучателями. 2. О возникновении сонолюминисценции // Журнал физической химии. 1986, Т.10, № 4. с. 893-897.
7. О.В. Байбаков О.И. Зеегофер, «Гидравлика и насосы», М. 1957.

8. Панов А.Н. «Обработка металлов резанием» Справочник технолога - М.:Машиностроение,1990.-598 с
9. «Общемашиностроительные нормативы режимов резания» – М.: Машиностроение, 1974 – 420 с.
10. Барановский Ю.В. «Режимы резания металлов» Справочник – М.: Машиностроение, 1972 – 407с.
11. «Общемашиностроительные нормативы времени» - М.:Машиностроение,1974 – 420 с
12. Закон Украины «О гражданской обороне Украины». 1999г.
13. Закон Украины «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера». 08.06.200 г.
14. Закон Украины «О пожарной безопасности». 1995г.
15. Дедименко Г.П. «Защита обетов народного хозяйства от ОМП». Справочник. Киев 1989г.
16. Шоботов В.М. «Гражданская оборона». Учебное пособие. ПГТУ. 2002г.
17. ШоботовВ.М. «Пожарная безопасность предприятий черной металлургии». Учебное пособие. ПГТУ. 2001г.
18. Шоботов В.М «Оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях». Учебное пособие. ПГТУ. 1999г.
19. Шоботов В.М. «Устойчивость работы промышленных объектов при чрезвычайных ситуациях». Учебное пособие. ПГТУ. 1999г.
20. Шоботов В.М «Действия производственного персонала и населения при чрезвычайных ситуациях». Учебное пособие. ПГТУ. 1999г. Глава 5.