

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Технология ремонта машин

**Направление подготовки (специальность) 35.03.06 «Агроинженерия»**

**Профиль образовательной программы Технический сервис в АПК**

**Форма обучения заочная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Лекция № 1</b> Очистка объектов ремонта. Применение моющих растворов для мойки деталей, узлов и агрегатов машин.....	3
<b>1.2. Лекция № 2</b> Разборка машин и агрегатов. Дефектация деталей.....	17
<b>1.3. Лекция № 3</b> Сборка, обкатка и испытание объектов ремонта. Окраска машин...	21
<b>1.4. Лекция № 4</b> Технология ремонта двигателей.....	28
<b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ.....</b>	<b>32</b>
<b>2.1. Лабораторная работа №ЛР-1</b> Испытание и регулировка насосов (ТНВД) двигателя ЯМЗ – 240БМ на стенде КИ – 15711.....	32
<b>2.2. Лабораторная работа №ЛР-2</b> Дефектация и ремонт агрегатов электрооборудования (генераторов, реле – регуляторов) на стенде КИ – 968.....	47
<b>2.3. Лабораторная работа №ЛР-3</b> Магнитная дефектоскопия коленчатых валов и дефектация деталей из немагнитных материалов на стенде ЛД – 4.....	66
<b>2.4. Лабораторная работа №ЛР-4</b> Укладка коленчатого вала двигателя Д-240.....	78
<b>3. Методические указания по проведению практических занятий.....</b>	<b>84</b>
<b>3.1. Практическое занятие №ПЗ-1</b> Технологический процесс разборки-сборки узла.....	84
<b>3.2. Практическое занятие №ПЗ-2</b> Выбор рациональных способов устранения дефектов деталей.....	85
<b>3.3. Практическое занятие №ПЗ-3</b> Условия выполнения технологических операций.....	88
<b>3.4. Практическое занятие №ПЗ-4</b> Изучение нормативов затрат труда и ремонтных материалов на восстановление детали.....	90
<b>3.5. Практическое занятие №ПЗ-5</b> Разработка документов на технологический процесс восстановления детали.....	91

## 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

### 1. 1Лекция № 1 (2 часа).

**Тема: «Очистка объектов ремонта. Применение моющих растворов для мойки деталей, узлов и агрегатов машин»**

#### 1.1.1 Вопросы лекции:

- 1 Классификация загрязнений и моющих реагентов.
- 2 Физико-химические свойства моющих растворов
- 3 Оборудование для мойки машин.
4. Специальные способы очистки и мойки деталей машин.

#### 1.1.2 Краткое содержание вопросов

##### 1. Классификация загрязнений и моющих реагентов.

Химические чистящие средства – это смесь компонентов, выполняющих определенную функцию. Обычно средство предназначено сразу для нескольких видов загрязнений. Производитель такого профессионального средства рекомендует на этикетке или в инструкции порядок и условия использования своего продукта. Нужно четко следовать этим инструкциям, чтобы добиться желаемого результата.

Моющие и чистящие средства классифицируют на щелочные, кислотные и нейтральные.

##### ***Щелочные моющие и чистящие средства***

Щелочные средства включают ПАВ, комплексообразователи, щелочи, антикоррозионные ингредиенты и др. Слабощелочные средства применяют для удаления «легких» масляных и жировых пятен. Более сложные жиры хорошо чистятся с помощью среднещелочной химии. Эти средства менее коррозионные и не столь агрессивные для кожи как сильнощелочные средства. Для удаления застарелых, тяжелых загрязнений используются сильнощелочные моющие средства, обладающие высокой коррозионной способностью и раздражительным для кожи и слизистой оболочки действием.

Щелочные моющие средства неэффективны для удаления минеральных отложений. Они могут применяться с этой целью только при условии диспергирования и суспендирования твердых частиц молекулами ПАВ, входящих в состав сложного щелочного моющего средства.

##### ***Кислотные моющие средства***

Кислотные моющие средства применяются для удаления различных минеральных отложений: соляного налета, молочного или пивного камня, накипи.

Легкими и среднекислотными средствами чистят комбинированные загрязнения, содержащих ржавчину и минеральные отложения. Применяются на поверхности, устойчивые к кислотам: фаянс, керамическая плитка и др.

Сильнокислотные средства используют для борьбы с тяжелыми минеральными отложениями, которые встречаются в промышленном оборудовании: в генераторах пара, бойлерах и др. Если температура чистящего средства выше 800 градусов, то может произойти повторное осаждение минеральных отложений на поверхность, образуется налет или белая пленка.

Нужно иметь в виду, что сильные кислоты, например соляная кислота, вызывают коррозию.

Кислотные средства, особенно сильнодействующие, негативно воздействуют на цемент. Поэтому сильные кислотные средства идеальны для очистки поверхностей от цемента после строительных работ.

##### ***Нейтральные моющие средства***

Нейтральные моющие средства – это комбинация поверхностно-активных веществ, эмульгаторов, комплексообразователей, диспергентов, загустителей и др. Предназначены для удаления масляных, жировых и других загрязнений. В первую очередь предпочтительнее использовать именно их, если они справляются с загрязнениями. Нейтральные средства, в отличие от кислотных и щелочных, не вызывают коррозию, химические ожоги.

Очень долго для мытья и очистки использовалось мыло. Теперь его заменили моющие средства на основе синтетических ПАВ. Они намного эффективнее мыла благодаря смачивающим, эмульгирующим и суспендирующим эффектам.

Моющие средства состоят из различных видов ПАВ, каждый из которых работает по своему сценарию. Исходя из знаний об особенностях тех или иных ПАВ, можно лучше подобрать моющее средство для конкретного случая. ПАВ делят на катионактивные, анионактивные, амфолитные и неионогенные.

Катионактивные ПАВ – это дифильные соединения, которые диссоциируют в водном растворе и находятся в равновесии с поверхностно-активным катионом и соответствующим анионом. К катионным ПАВ относят соли кислот и четвертичные основания. Данный ПАВ не обладает высокой моющей способностью. Его используют как вспомогательный антистатический агент, обладающий бактерицидным действием, что эффективно в качестве дезинфицирующего средства на пищевых предприятиях.

Анионактивные ПАВ – это дифильные соединения, которые диссоциируют в водном растворе и находятся в равновесии с поверхностно-активным анионом и катионом металла или другим донором электронов. Анионактивные ПАВ играют роль смачивающих и моющих реагентов, иногда эмульгаторов. Амфолитные ПАВ – это дифильные соединения, которые диссоциируются в щелочной среде до поверхностно-активного аниона, а в кислой – до поверхностно-активного катиона. При определенном значении pH амфолитные ПАВ проявляют свойства неионогенных соединений. Отличаются от них только тем, что при общем нулевом заряде молекулы сохраняют способность к диссоциации при других значениях pH. Амфолитные ПАВ содержат 2 или более полярных групп. Их практически не используют отдельно. Обычно применяют с анионными ПАВ для усиления моющего эффекта и повышения растворимости труднорастворимых компонентов.

Неионогенные ПАВ – это дифильные соединения, которые не образуют ионов в растворах (не диссоциируют). Используются либо самостоятельно, либо вместе с анионными ПАВ. Во втором случае они выполняют роль эмульгаторов загрязнений. При этом следует хорошо растворить вещество в дисперсионной среде. Также необходимо, чтобы остающаяся в растворе часть молекулы вещества имела диаметр больший, чем часть, адсорбирующаяся на капельках дисперсной фазы.

### ***Чистящие средства на основе растворителей***

С помощью очистителей на основе растворителей обычно удаляют краску, пятна нефтяных отложений и смазки.

### ***Абразивные очистители***

Абразивные чистящие средства содержат моющие компоненты и твердые частицы (песок, бура, бикарбонат натрия и др.). Дополнительное механическое воздействие благодаря этим частицам облегчает процесс очистки. Недостатком такого способа очистки являются царапины на поверхности. Поэтому использовать его можно только для устойчивых поверхностей. Металлические поверхности не рекомендуется чистить абразивными средствами.

## ***2. Физико-химические свойства моющих растворов***

Рассмотрим механизм удаления масляной пленки с деталей моющим раствором. Схема воздействия горячего моющего раствора на масляную пленку изображена на рис. 1.2. На рис. 1.2, а показано исходное состояние масляной пленки на поверхности детали. Под действием горячего моющего раствора масляная пленка быстро нагревается и в результате расширения и действия сил поверхностного натяжения принимает волнистый вид с углом  $\alpha = 90^\circ$  (рис. 1.2, б), и с углом  $\alpha \leq 90^\circ$  (рис. 1.2, в). В дальнейшем масляная пленка деформируется настолько, что, разрушаясь, образует масляные капли, которые обволакиваются моющим раствором. В результате этого сила сцепления этих частиц с металлом уменьшается и они легко удаляются с поверхности деталей струей раствора.

Таким образом, из рассмотренной схемы следует, что главным условием высокого качества обезжиривания деталей является обеспечение оптимальной температуры моющего раствора. При недостаточной температуре масляная пленка на детали не деформируется несмотря на действие моющего раствора. С повышением температуры значительно снижается вязкость загрязнения, повышается его текучесть, и эффективность обезжиривания улучшается.

Моющее действие состоит в удалении жидких и твердых загрязнений с поверхности и переводе их в моющий раствор в виде растворов или дисперсий. Моющее действие проявляется в сложных процессах взаимодействия загрязнений, моющих средств и поверхностей. Основными явлениями, определяющими моющее действие, являются смачивание, эмульгирование, диспергирование и пенообразование. Указанные явления связаны с поверхностным натяжением и поверхностной активностью моющих средств.

Известно, что вдоль поверхности жидкости действуют силы натяжения, стремящиеся сократить эту поверхность. Они получили название сил поверхностного натяжения. Поверхностное натяжение измеряют работой, которую необходимо затратить для увеличения поверхности жидкости на  $1 \text{ см}^2$ . Произведение поверхностного натяжения на поверхность называется свободной поверхностной энергией. Способность веществ понижать свободную поверхностную энергию характеризует поверхностную активность этих веществ. Вещества, понижающие поверхностное натяжение раствора, называются поверхностно-активными веществами (ПАВ).

Смачивание заключается в растекании капли жидкости, помещенной на поверхность твердого тела. Поверхности, смачиваемые водой, называются гидрофильными, а не смачиваемые водой — гидрофобными. Смачиваемость твердого тела жидкостью зависит от поверхностного натяжения жидкости, от природы и состава жидкости и твердого тела. Например, поверхности, загрязненные маслами, хорошо смачиваются углеводородными растворителями и не смачиваются чистой водой. Добавление в воду ПАВ понижает поверхностное натяжение воды и обеспечивает смачивание загрязненных маслами поверхностей.

В большинстве случаев загрязнения состоят из двух фаз — жидкой (масла, смолы) и твердой (асфальтены, карбены, почвенные и пылевые частицы и т. п.). Удаление таких загрязнений с поверхности происходит двумя путями: эмульгированием жидкой фазы (образование эмульсий) и диспергированием твердой фазы (образование дисперсий).

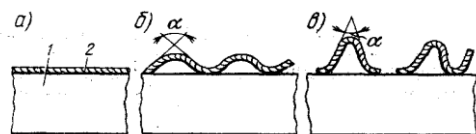


Рис. 1.2. Схема воздействия горячего моющего раствора на масляную пленку:  
1 — деталь; 2 — масляная пленка

Рис. 1.2. Схема воздействия горячего моющего раствора на масляную пленку:  
/ — деталь; 2 — масляная пленка

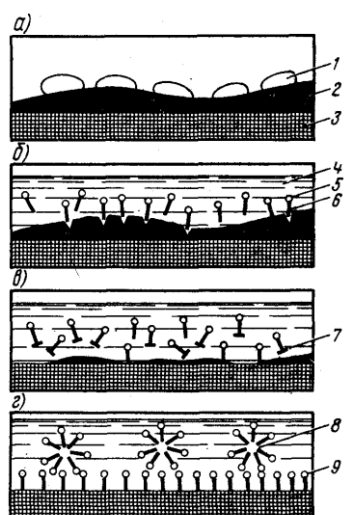
Эмульсией называется система несмешивающихся жидкостей, одна из которых распределена в виде мелких капель в другой. Эмульсии подразделяются на два типа: эмульсии прямые — "масло в воде" и эмульсии обратные — "вода в масле". Под маслом здесь понимается любая органическая жидкость, не растворимая в воде и водных растворах.

Эмульгирование жидкой фазы загрязнений возможно в водных растворах ПАВ. Молекулы ПАВ создают на поверхности капель масла прочные адсорбционные слои. Гидрофобная часть молекулы связывается с маслом, а гидрофильная — ориентируется в сторону водного раствора (см. рис. 1.3). При этом происходит гидро-филизация капель масла, что препятствует их слиянию (коалосценции). Вещества, в данном случае ПАВ, адсорбирующиеся на поверхности гидрофобных частиц, называются эмульгаторами.

Диспергирование твердой фазы загрязнений происходит благодаря адсорбции ПАВ на частицах загрязнений. Малое поверхностное натяжение раствора позволяет ему проникать в мельчайшие трещины частиц загрязнения и адсорбироваться ПАВ на поверхностях этих частиц. Адсорбированные молекулы ПАВ создают расклинивающее давление на частицы, разрушая и измельчая их. На процессы эмульгирования и диспергирования большое влияние оказывает механическое воздействие раствора, способствующее разрушению загрязнений.

Важным этапом в моющем процессе является стабилизация в растворе отмытых загрязнений и предупреждение их повторного осаждения на очищенную поверхность. Стабилизация загрязнений зависит в основном от состава моющего раствора и технологических условий его применения (концентрации, температуры, загрязненности).

В итоге моющий процесс можно представить состоящим из ряда последовательных этапов. Поскольку почти все загрязнения гидрофобны, то вода, обладая большим поверхностным натяжением, не смачивает загрязненные поверхности и стягивается в отдельные капли (рис. 1.3,а).



**Рис. 1.3. Схема моющего процесса:** 1 — капли воды; 2 — загрязнение; 3 — очищаемая поверхность; 4 — моющий состав; 5 — гидрофильная часть молекулы ПАВ; 6 — гидрофобная часть молекулы ПАВ (радикал); 7 — переход частиц загрязнения в раствор; 8 — частицы загрязнения, стабилизированные в растворе; 9 — адсорбция молекул ПАВ на очищенной поверхности.

При растворении в воде моющего средства поверхностное натяжение раствора резко уменьшается, и раствор смачивает загрязнение, проникая в его трещины и поры (рис. 1.3,б). При этом снижается сцепляемость частиц загрязнения между собой и с поверхностью. При механическом воздействии увлекаемые молекулами моющего средства частицы грязи переходят в раствор (рис. 1.3,в). Молекулы моющего средства обволакивают загрязнения и отмытую поверхность, что препятствует укрупнению частиц и оседанию их на поверхность (рис. 1.3,г). В результате частицы загрязнения во взвешенном состоянии стабилизируются в растворе и удаляются вместе с ним.

В быту принято судить о качестве моющего раствора по количеству образующейся пены. Это не совсем верно. Пена способствует удержанию диспергированного загрязнения и предотвращению его осаждения на очищенную поверхность. Однако отождествлять пенообразование с моющим действием нельзя, так как пенообразование не является специфической характеристикой моющего действия.

При очистке поверхности металлов пенообразование имеет большое значение. В одних случаях пенообразование — это положительное влияние, например, при пароводоструйной или электролитической очистке, когда слой пены предотвращает разбрызгивание моющего раствора или создает защитный слой, уменьшающий проникновение едких испарений в атмосферу. В большинстве же случаев пенообразование является отрицательным фактором, т. е. ограничивает использование интенсивного перемешивания моющего раствора. Например, в струйных моечных машинах нельзя применять моющие средства с высоким уровнем пенообразования.

Щелочность моющих растворов является важнейшим фактором, определяющим эффективность очистки. Щелочность определяет способность растворов нейтрализовать кислые компоненты загрязнений, омылять масла, снижать контактное натяжение растворов, жесткость воды и т. д. Различают общую и активную щелочность. Общая щелочность определяется титрованием кислотой с индикатором метилоранжем, а активная — титрованием с фенолфталеином. Моющее действие растворов зависит только от уровня активной щелочности.

Показателем щелочности, равно как и кислотности, служит водородный показатель pH, который определяется как логарифм обратной концентрации ионов водорода. Поскольку моющим действием обладает только часть щелочных соединений, диссоциировавших на свободные ионы, то водородный показатель может служить критерием активности или моющей способности растворов.

Большое распространение во всех процессах очистки получили синтетические моющие средства (СМС). Основу СМС (табл. 1.3) составляют ПАВ, активность которых повышена введением щелочных электролитов. Растворы СМС по моющей способности значительно превосходят растворы едкого натра и различных щелочных смесей. Составы СМС для струйных и погружных способов очистки приведены в табл. 1.3.

Указанные СМС выпускают в виде сыпучего, гигроскопичного белого или светло-желтого порошка. Они не-токсичны, негорючи, пожаробезопасны и хорошо растворимы в воде. Растворы СМС допускают одновременную очистку деталей из черных, цветных и легких металлов и сплавов. В отличие от растворов едкого натра они безопасны в применении. Узлы и детали, подлежащие непродолжительному хранению (10—15 дней), не нуждаются после очистки растворами СМС в дополнительной антикоррозионной обработке. Антикоррозионная защита поверхности обеспечивается силикатами, входящими в состав СМС.

**Таблица 1.3. Состав синтетических моющих средств для струйных и погружных способов очистки, %**

Компоненты моющих средств	Марка моющих средств						
	Лабомид-101	Лабомид-203	МС-6	МС-8	МС-15	МС-16	Темп-100
Кальцинированная сода	50	50	40	38	44—42	40	40,5
Тринатрийфосфат	—	—	—	—	—	—	20
Триполифосфат натрия	30	30	25	25	22	26	15
Метасиликат натрия	16,5	10	29	29	28	28	20
Карбамид	—	—	—	—	—	—	2,8
Синтанол ДС-10	3,5	8	6	—	—	—	1,5
Синтаид-5	—	—	—	8	—	—	—
Алкилсульфаты	—	2	—	—	—	—	—
Оксифос-Б	—	—	—	—	6—8	—	—
Синтаид-510	—	—	—	—	—	4	—
Оксифос КД-6	—	—	—	—	—	—	0,5

Эффективность рассмотренных СМС представлена в табл. 1.4, из которой видно, что СМС в 3 — 5 раз эффективнее растворов едкого натра. Средства Лабомид-101, Лабомид-102 и МС-6 предназначены для моечных машин струйного типа, а Лабомид-203 и МС-8 — для машин погружного типа. Разработаны новые составы технических моющих препаратов Темп-100 и Темп-100А. Препараты Темп эффективнее, чем Лабомид и МС, и, кроме того, Темп-100А обладает повышенным пассивирующим действием по отношению к очищаемой поверхности. Из зарубежных СМС наиболее эффективным являются Силирон У-64 и Гр-форте-супер.

Разработано пожаро- и взрывобезопасное средство МС-9, состоящее из неионогенных ПАВ (0,3%), активных добавок —  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NaOH}$  (6%) и воды (93,7%). МС-9 имеет низкую пенообразующую способность, что позволяет применять его при механизированной очистке деталей струйным методом и использовать при более низкой температуре, чем средство МЛ-52 (МЛ-52 при 80 — 100° С; МС-9 при 70 — 75° С) с одинаковым моющим действием.

**Таблица 1.4. Эффективность применения моющих средств**

Моющее средство	Концентрация СМС, г/л	Чистота поверхности, баллы, в зависимости от времени очистки <sup>1</sup> , с					
		30	60	90	120	180	240
Едкий натр	15—25	2	4	—	5,0	6,5	7
Лабомид-101	30	2	4,5	6	8	9,5	10
МЛ-52	30	3,5	7,5	9	10	10	—
Лабомид-203	30	3	7	8,5	10	10	—
МС-6	30	2	4,5	7	8	9,5	10
МС-8	30	3,5	7,5	9	10	10	—
Силирон У-64	10	—	—	—	—	8	—
	20	—	—	—	—	9,5	10
	30	3	5	9	9	10	10

Определено на установке КИ-3127. По пенообразующим свойствам СМС существенно различаются.

Рабочие концентрации растворов СМС зависят от загрязненности поверхности и составляют 5 — 20 г/л. Наилучшее моющее действие растворов СМС проявляется при температуре 80 — 85° С. При 70 ° С и ниже резко снижается моющая способность раствора и усиливается пенообразование. Для непогашения используют дизельное топливо, которое добавляют в раствор в количестве 10—15 г/л.



В ремонтном производстве используется водный раствор едкого натра, который не может применяться для очистки и мойки деталей из алюминия и его сплавов. Алюминий реагирует со щелочами с образованием растворимой соли (алюмината натрия), поэтому для обезжиривания деталей из алюминия и алюминиевых сплавов используют растворы на основе кальцинированной соды (10 — 15 г/л) с добавлением тринатрийфосфата (10 — 25 г/л) и жидкого стекла (10—15 г/л).

Нейтральные жидкости не вступают в химическое взаимодействие с загрязнениями, их очищающее действие основано на образовании с загрязнениями коллоидных растворов, суспензий и эмульсий. Нейтральные жидкости подразделяются на органические (перхлорэтилен, трихлор-этилен, ксилол, ацетон, дихлорэтан, дизельное топливо, керосин тракторный, бензин и уайт-спирит) и неорганические (воду).

К преимуществам органических растворителей следует отнести высокую производительность, возможность удаления загрязнений с деталей сложной формы, так как обезжиривающей способностью обладает не только жидкость, но и пары, возможность многократного использования. Однако у органических растворителей действие избирательное, большинство из них пожароопасно, вредно действуют на организм человека, и они относительно дороги. Повышение скорости и качества очистки находится в зависимости от сочетания высокой химической активности моющей среды и максимального эффекта кавитационного разрушения загрязнений. Как показали исследования моющей способности органических растворителей, хорошие результаты при ультразвуковой очистке от масляных загрязнений дает композиция дизельного топлива и дихлорэтана.

На ремонтных предприятиях часто используют такие моющие средства, как дизельное топливо, бензин, уайт-спирит, керосин. Они применяются для внутренней промывки картера двигателя, коробки передач и ведущих мостов. Наибольший интерес представляет применение этих средств и их композиций для очистки деталей двигателей от асфальтосмолистых отложений и нагаров.

Анализ показывает, что в зарубежном ремонтном производстве имеются тенденции к применению в технологии очистки двигателей очищающих средств на основе органических растворителей. Использование этих средств увеличивает производительность очистных операций в 6 — 8 раз, повышает качество очистки, дает возможность проводить очистку при умеренных температурах (20 — 60 °С). Приблизительно такие же результаты обеспечиваются новыми моющими средствами, созданными в ГОСНИТИ. Лабораторные испытания показывают, что время очистки деталей при использовании этих средств по сравнению с щелочными в несколько раз сокращается (рис. 1.4) при умеренном возбуждении моющих жидкостей колебанием деталей с амплитудой 150 — 200 мм и частотой 1,0 — 2,51/с.

Разработан препарат на основе хлорированных углеводородов — Лабомид-315. Этот препарат обладает высокой очищающей способностью по отношению к масляным, асфальтосмолистым и углеродистым отложениям деталей машин и двигателей. По этому показателю Лабомид-315 превосходит все известные препараты, в том числе наиболее активные из них: Ардрокс-667 и Лабомид-311. Лабомид-315 обеспечивает качественную очистку деталей при небольших затратах энергии и температуре 20 — 25 °С.

В производстве применяют растворяюще-эмульгирующие средства (РЭС), состоящие из базового растворителя, сорастворителей, ПАВ и воды. Сначала детали погружают в РЭС, где загрязнения растворяются, затем они помещаются в воду или водный раствор щелочных синтетических моющих средств для эмульгирования растворителя и оставшихся загрязнений — при этом эмульгированный растворитель и загрязнения переходят в щелочной раствор, чем обеспечивается необходимое качество очистки. РЭС применяются при очистке деталей от прочных, например,

асфальтосмолистых отложений, но их могут использовать и при очистке других загрязнений, когда нет возможности повысить температуру раствора выше 60°C.

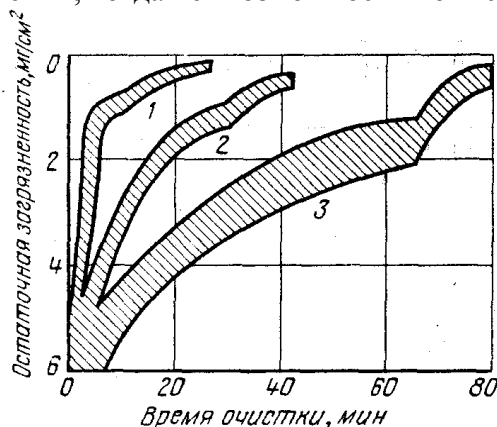


Рис. 1.4. Динамика очистки загрязненных деталей двигателей различными моющими средствами

1 — Лабомид-311 и Аплайд — хлорированные углеводороды с фенолами и поверхностно-активными веществами; 2 — ДВП-1, МК-3, АМ-15, МЛ-51 — органические растворители с поверхностно-активными веществами; 3 — МЛ-52, МЛ-51, Лабомид-203, Лабомид-101, МС-8 — синтетические моющие средства

По составу и свойствам растворяюще-эмульгирующие средства, предназначенные для очистки деталей машин, можно разделить на две группы: РЭС-1 — горючие смеси нефтяных углеводородов с ПАВ (смачиватели, эмульгаторы и соразтворители): препараты МК-3, Термос, АМ-15, ДВП-1 и пр.; РЭС-11 — негорючие смеси галоидных производных (чаще всего хлорированных) углеводородов со смачивателями, эмульгаторами, иногда с фенольными соединениями: Лабомид-315, Ардрокс-667, Аплайд 8-77, Лабомид-311, Ардрокс-610с, Аплайд 8-66 и пр.

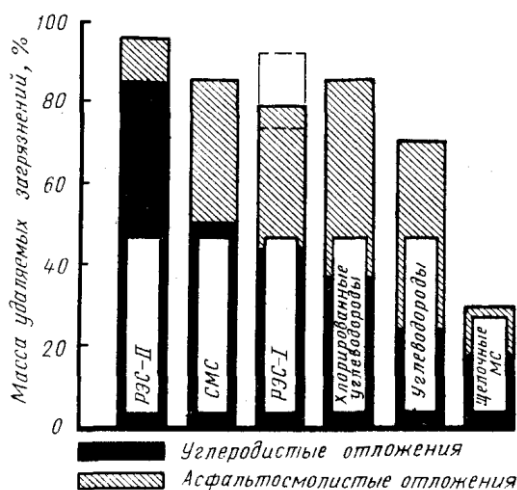


Рис. 1.5. Очищающая способность моющих и очищающих средств

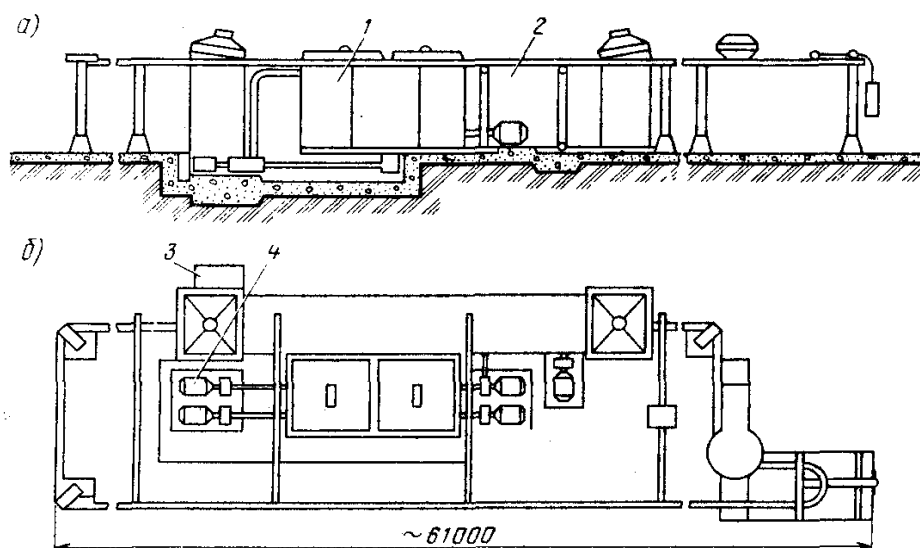
Сравнительная характеристика очищающей способности моющих и очищающих средств РЭС погружением по отношению к асфальтосмолистым и углеродистым загрязнениям представлена на рис. 1.5. Анализ показывает, что РЭС-1 обладает горючестью и низкой активностью по отношению к тяжелым асфальтосмолистым и углеродистым отложениям. РЭС-11 негорюч, достаточно быстро очищает поверхность от масляных и асфальтосмолистых отложений, однако многие его композиции недостаточно

активны по отношению к тяжелым асфальтосмолистым и углеродистым отложениям, а эффективные в этом отношении РЭС — высокотоксичны.

### 3 Оборудование для мойки машин

Недостаточная очистка ремонтируемых объектов является одной из серьезных причин снижения качества их ремонта. Производительность труда при разборке и сборке загрязненных объектов ремонта резко снижается. По данным исследований только в результате повышения качества очистки можно на 20 — 30% повысить ресурс отремонтированных агрегатов и на 15 — 20% увеличить производительность труда на разбо-рочно-сборочных работах.

Струйная моечная установка ОМ-4267 (рис. 1.6) предназначена для мойки сборочных единиц и деталей с применением СМС. Однако промывка в струйных моющих машинах с применением соответствующих моющих средств, в том числе и синтетических, не обеспечивает должной степени очистки от смолистых отложений, особенно на поверхностях, не подвергающихся непосредственному воздействию струй. В связи с этим детали со смолистыми отложениями очищают в ваннах (очисткой погружением — "вываркой"). Таким способом можно очищать даже шасси автомобиля.



**Рис. 1.6.** Моечная установка ОМ-4267:

*а* — схема установки на фундаменте; *б* — общий вид; 1 — ванна для моющего раствора; 2 — моечная камера; 3 — электрошкаф; 4 — система подачи и перекачки раствора и воды

Для очистки погружением в качестве моющих средств применяют Ла-бомид-203 и МС-8 концентрацией 20 — 30 г/л. Рабочая температура растворов 80 — 100°C. Использование при очистке погружением растворов каустической соды с концентрацией более 50 г/л нецелесообразно, так как их моющая способность при дальнейшем повышении концентрации не увеличивается. Для повышения моющей способности/в раствор каустической соды вводят силикаты (жидкое стекло, метасиликат натрия) и различные поверхностно-активные вещества. Растворы моющих средств Лабомид-203 и МС-8 в 3 — 4 раза эффективнее растворов каустической соды.

Интенсивность процесса очистки деталей погружением возрастает при перемешивании раствора в ванне или перемещении очищаемых деталей. Для этой цели выварочные ванны со статической выдержкой деталей заменяют установками с винтами, осевыми насосами, вибрационными и колеблющимися платформами. Продолжительность очистки деталей в таких установках по сравнению с обычными ваннами сокращается в 1,5 — 2 раза. Для устранения вредных испарений при очистке деталей погружением ванны оборудуют герметически закрывающимися крышками.

Одним из путей реализации очистки погружением является применение роторных машин АКТБ-227 и др. Объемная загрузка таких машин в несколько раз выше, чем у струйных, что значительно повышает производительность труда. Периодическое погружение в раствор и извлечение из него очищаемого ремонтного фонда создает обмен раствора у его поверхности.

Конвейерная моечная машина КМ-4 (рис. 1.7) с непрерывным циклом работы предназначена для очистки деталей на крупных авторемонтных предприятиях.

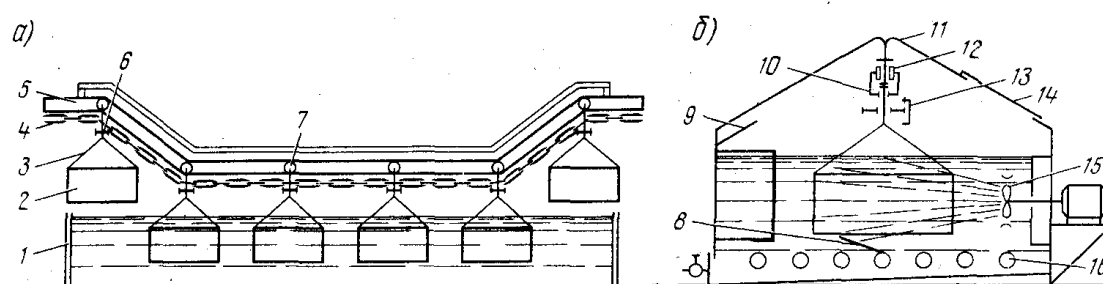
Машина состоит из ванны /, в которой помещены гребные винты 15 для перемешивания жидкости. Каретки, на которых подвешена корзина с очищаемыми деталями, перемещаются при помощи подвижного конвейера. Двигаясь по конвейеру, корзина опускается в моющую жидкость и передвигается вдоль ванны до выхода в противоположном конце. При продвижении в ванне корзина при помощи реек вращается вокруг вертикальной оси и шестерни на конвейере.

Для удаления асфальтосмолистых отложений с деталей используют растворители и растворяюще-эмульгирующие средства (РЭС). Наиболее распространенными растворителями являются:

хлорированные (тетрахлорэтилен, трихлорэтилен, хлористый метилен, четыреххлористый углерод, дихлорэтан), хорошо растворяющие минеральные масла, асфальтосмолистые отложения и старые лакокрасочные покрытия; они пожаробезопасны, но обладают высокой токсичностью;

ароматические (бензол, ксилол) используют для растворения минеральных масел и асфальтосмолистых отложений (бензол высоко токсичен);

предельные (дизельное топливо, керосин, тракторный бензин, уайтспирит) хорошо растворяющие минеральные масла, консистентные смазки и консервационные составы. Они наименее токсичны в ряду растворителей.



**Рис. 1.7. Конвейерная моечная машина КМ-4:**

а — продольный разрез; б — вид в плане; 1 — ванна; 2 — контейнер; 3 — растяжка; 4 — цепь; 5 — двутавровая балка; 6 — шестерня; 7 — каретка; 8 — козырек; 9 — щитки; 10 — упорный подшипник; 11 и 14 — крышки; 12 — ролики; 13 — рейка; 15 — гребной винт; 16 — теплообменник

Из растворителей наибольшее применение имеют дизельное топливо, керосин, бензин и уайтспирит. Хлорированные углеводороды, которые по очищающей способности в десятки раз более эффективны, чем перечисленные выше, пока не применяют ввиду

высокой токсичности, однако их используют при наличии специальных установок, работающих по замкнутому циклу, с соблюдением требований техники безопасности.

Для очистки деталей от асфальтосмолистых отложений при низкой температуре рекомендуют растворяюще-эмульгирующие средства АС-15 и "Ритм", которые отличаются от СМС тем, что удаляют загрязнения в результате частичного их растворения с последующим эмульгированием оставшихся загрязнений.

Очистку при помощи РЭС осуществляют в два этапа, при этом выдерживают детали в них при комнатной температуре и ополаскивают в растворе любого СМС при температуре 50 — 60°C. Средство АМ-15 готовят на основе растворителя ксилола, а "Ритм" — на основе хлорированных углеводородов типа трихлорэтилена. Особенностью РЭС является их токсичность и некоторая огнеопасность, поэтому применять эти средства необходимо в герметизированных машинах погружного типа с соблюдением особых мер безопасности. С помощью РЭС очищают детали из черных металлов и алюминиевых сплавов.

При одинаковом способе применения растворов СМС и РЭС в погружных Машинах РЭС в 5—15 раз эффективнее, чем СМС. Для двухэтапной технологии очистки с применением РЭС разработаны моечные машины погружного типа. Машины представляют собой ванну для моющего раствора, в которой имеется платформа, загружаемая очищаемыми деталями. Платформа совершает возвратно-поступательные движения с частотой 1 — 2 Гц и ходом 50 — 200 мм. Привод движения\* платформы осуществляется от сети сжатого воздуха давлением 0,4 — 0,5 МПа. Выпускается несколько типов таких машин — ОМ-5287, ОМ-5299 и др.

От нагара, накипи и продуктов коррозии детали очищают механическим, термохимическим и комбинированным способами.

Очистка твердых отложений на автомобильных деталях механическим способом осуществляется при помощи металлических щеток, косточковой крошкой, металлическим песком, гидropескоструйной обработкой. Металлические щетки приводятся во вращение от электродрели. Несмотря на простоту такого способа, он применяется лишь на мелких предприятиях, так как не обеспечивает необходимых качества очистки и производительности труда. Очистка деталей от нагара косточковой крошкой является более совершенным способом, отличается высокой производительностью при вполне удовлетворительном качестве очистки. Косточковая крошка изготавливается из скорлупы зерен плодов, является мягким материалом и, удаляя загрязнения, не разрушает поверхность деталей, включая алюминиевые.

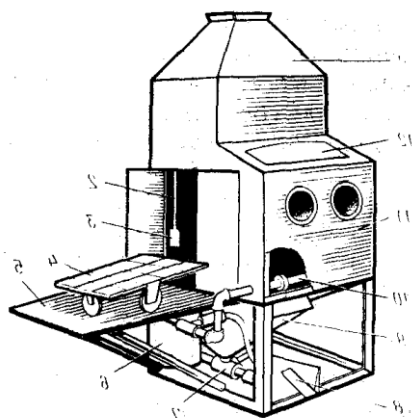
Перед обработкой косточковой крошкой удаляют масляные и асфальтосмолистые загрязнения. Очистку деталей косточковой крошкой выполняют в специальных установках. Очистке косточковой крошкой поддаются лишь поверхности, которые попадают в зону прямого действия струи. Внутренние полости, карманы и углубления сложной формы остаются неочищенными.

Установка, очищающая детали косточковой крошкой, предназначена для механизации процессов очистки деталей от нагара, накипи и других загрязнений.

Установка (рис. 1.8) для очистки косточковой крошкой крупногабаритных деталей (блока цилиндров, головки блока) состоит из камеры очистки 11, бункера 9 с косточковой крошкой, смесительного механизма 7, влагоотделителя 6, приемного стола 5, тележки 4. Камера очистки представляет собой сварной металлический каркас, облицованный снаружи листовым железом. Чтобы уменьшить шум при работе установки, камера внутри облицована резиной. Дно камеры выполнено из двух перфорированных листов железа, прикрепленных к каркасу. Через заднюю стенку в камеру входит шланг 2 с соплом 3 на конце, предназначенный для очистки деталей. Спереди, в зоне обслуживания установки, на вертикальном облицовочном листе имеются два отверстия для доступа рук

рабочего в зону очистки. К кромкам этих отверстий прикреплены специальные рукава для предохранения рук работающего от травм и относительной герметизации установки. Вентиляционный зонт 1 камеры присоединен к вытяжной сети вентиляции. На наклонном переднем листе укреплены смотровое окно 12 и два светильника для освещения рабочей зоны.

В камере очистки предусмотрено сопло 10 для обдува деталей воздухом после очистки. С правой стороны камера имеет дверь для загрузки деталей. В смесительном механизме находится инжекторное устройство, к входу которого от влагоотделителя через пробковый кран подводится сжатый воздух. К выходу инжекторного устройства прикреплен гибкий шланг с соплом для подачи рабочей смеси. Управление инжекторным устройством осуществляется при помощи пробкового крана, связанного тягой с педалью 8.



**Рис. 1.8. Установка для очистки деталей косточковой крошкой**

Пескоструйная очистка при ремонте не применяется, так как загрязняет помещения кварцевой пылью, способствующей заболеванию работающих силикозом. Гидропескоструйная очистка исключает появление кварцевой пыли и может быть рекомендована для очистки деталей от коррозии и старой краски.

Термохимический метод предусматривает очистку деталей в щелочном расплаве. Наиболее распространенный состав расплава содержит 65% едкого натра, 30% азотнокислого и 5% хлористого натрия. Температура расплава  $(400 \pm 20)^\circ\text{C}$ . Установки ОМ-4944 и ОМ-5458 применяют для очистки деталей от нагара, накипи и ржавчины в щелочном расплаве.

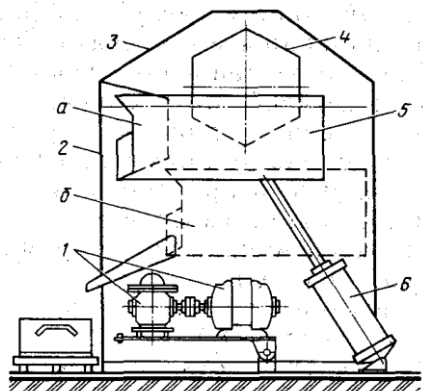
Установка ОМ-4944 состоит из четырех ванн. В первой ванне детали для разрушения загрязнения выдерживают 5 — 10 мин в щелочном расплаве. Во второй ванне детали промывают проточной водой: резкий перепад температур вызывает бурное парообразование, которое способствует разрушению разрыхленных остатков нагара, накипи, ржавчины и растворению остатков расплава.

В третьей ванне осуществляют кислотную обработку (травление) для осветления поверхности деталей и нейтрализации остатков щелочи. При одновременной очистке деталей из черных металлов и алюминиевых сплавов травление ведут раствором фосфорной кислоты (85 г/л) с добавлением хромового ангидрида (125 г/л) при температуре  $(30 \pm 5)^\circ\text{C}$ . В четвертой ванне детали промывают окончательно горячей водой. Общее время цикла обработки составляет 20 — 25 мин. Загружают и выгружают контейнеры с деталями, а также перемещают их из одной ванны в другую электротельфером.

Установка ОМ-5458 снабжена автооператором, позволяющим перемещать детали в автоматическом режиме. Мелкие детали (клапаны, толкатели, нормали и др.) очищают во

вращающихся барабанах с жидким наполнителем, в качестве которого используют керосин, дизельное топливо, Лабомид-203 или МС-8.

Барабан загружают на 75% своего объема. В рабочем положении он должен быть погружен в раствор на  $2/3$  —  $3/4$  своей высоты и вращаться со скоростью 1-6—18 об/мин. Перспективной является очистка мелких деталей (клапанов, толкателей) от твердых отложений виброабразивным способом, при котором детали и обрабатывающую среду (водные растворы лабомида или МС и наполнители в виде уралита, мраморной крошки, измельченных абразивных кругов) помещают в контейнер, которому сообщается колебательное движение.



**Рис. 1.9. Установка для мойки мелких деталей во вращающемся барабане:**  
а и б — соответственно крайнее верхнее и крайнее нижнее положение ванны

Установка (рис. 1.9) для мойки и очистки мелких деталей во вращающемся барабане состоит из привода 1, шестигранного барабана 4 с перфорированными стенками, который вращается в подшипниках, установленных на верхней рамке каркаса; ванны 5 для моющей жидкости; пневмоцилиндра 6 двустороннего действия для подъема и опускания ванны; каркаса 2, имеющего внутри направляющие, в которых движутся ролики ванны; колпака 3 с дверцей для загрузки деталей в барабан.

Вначале откидывают дверцу колпака и подводят барабан люком в верхнее положение. Затем открывают дверцы барабана и загружают его деталями, подлежащими мойке. После этого закрывают дверцы барабана и колпака и включают пневмоцилиндр для подъема ванны с моющей жидкостью в верхнее положение. Затем включают привод и начинают мойку деталей. По окончании мойки ванну опускают в нижнее положение и чистые детали выгружают по наклонной плоскости, образованной дверцей барабана, в накопитель. После этого процесс мойки деталей повторяется. Для периодического слива моющей жидкости ванна имеет два отвода с винтовыми пробками.

Детали небольших размеров, но сложной конфигурации, в частности детали системы питания и электрооборудования, очищают в моечных установках ультразвуком. Детали, подлежащие очистке, помещают в ванну с моющим раствором, где под действием ультразвука в моющем растворе образуются области сжатия и разрежения. Образование пустот в жидкости и действия (гидравлические удары), вызываемые ими там, где они возникают, получило название кавитации. Под действием кавитации загрязнения на поверхности детали разрушаются и удаляются вместе с моющим раствором. В качестве моющих средств целесообразно применять водные растворы лабомида или МС (в зависимости от загрязненности концентрация раствора составляет 10 — 30 г/л, температура раствора 55 — 65°C) или растворители и средства на их основе (керосин, дизельное топливо, АМ-15 и др.).

Оборудование, применяемое при ультразвуковой очистке, обычно состоит из ультразвуковой ванны, генератора тока высокой частоты и излучателя (преобразователя тока высокой частоты в ультразвуковые колебания), встроенного в дно ванны. В качестве излучателей в основном применяют магнитострикционные преобразователи, преобразующие электрические колебания ультразвукового генератора в механические ультразвуковые колебания, которые передаются моющей жидкости в ванне.

Для удаления накипи и продуктов коррозии, помимо очистки в расплаве солей, косточковой крошкой или металлическим песком, объекты ремонта обрабатывают в 10—12%-ном растворе ингибированной соляной кислоты при температуре 78 — 85°C в течение 20 — 25 мин. После обработки в кислотном растворе объекты ремонта ополаскивают в растворе кальцинированной соды (5 г/л) и тринатрийфосфата (2 г/л).

Старые лакокрасочные покрытия чаще всего удаляют обработкой деталей в щелочных растворах каустической соды (едкий натр, ГОСТ 2263— 71) концентрацией 80— 100 г/л при температуре 80 — 90°C в течение 60 — 90 мин. Детали промывают горячей водой в установках ванного или струйного типа. Завершающей операцией является пассивирование поверхности деталей в ванне с раствором нитрита натрия концентрацией 5 г/л при температуре 50 — 60°C. Когда удаление старой краски в щелочных растворах невозможно по технологическим или конструктивным соображениям, ее удаляют при помощи смывок или растворителей. Химическая промышленность выпускает следующие смывки: СД (СП) по ТУ МХП 1113-44, СД(ОБ) по ТУ МХП 906-42 и АФТ-1 по ТУ МХП 2648-51. Скорость действия смывок: СД (СП) — 5 мин, СД (ОБ) — 30 мин и АФТ-1 — 20 мин. Расход — 170, 150 и 250 г/м<sup>2</sup> соответственно. Разрушающее действие смывки АФТ-1 повышается при добавлении в нее фосфорной кислоты из расчета 15 мл на 1 л смывки. В качестве смывок можно применять растворитель Р-4 № 646 или № 647..

От консервационных смазок детали очищают в растворах синтетических моющих средств, таких как Ла-бомид-101 концентрацией 10 г/л при температуре 90 — 100°C. Установки АКТБ-180 или ОМ-3600 и др. с пульсирующим потоком жидкости применяют для очистки масляных каналов блока цилиндров и коленчатого вала.

Для обезжиривания некоторых точных деталей (плунжерные пары, распылители, шариковые и роликовые подшипники) применяют бензин с последующей промывкой веретенным или солярным маслом. Обезжиривать подшипники после промывки их в бензине можно и в растворах 1 и 2, приведенных в табл. 1.5, при температуре раствора 60 — 70°C.

При очистке деталей электрооборудования применяют керосин. В качестве заменителя керосина и бензина можно применять керосиновый контакт, который получают на нефтеперерабатывающих заводах в виде побочного продукта при очистке минеральных масел серной кислотой. Состав керосинового контакта: 40% — сульфонефтяных кислот; 8% — минеральных масел; 1% — серной кислоты; остальное — вода. Ввиду повышенного раздражающего действия на кожу рук керосиновый контакт применяют только при механизированной мойке.

Распространенным моющим средством на авторемонтных заводах является раствор на основе каустической соды (NaOH). Однако необходимо иметь в виду его раздражающее действие (особенно при концентрации свыше 1,2 — 1,5%) на кожу рук. Применяя более высокие концентрации растворов, необходимо обязательно применять последующую промывку деталей в ванне с горячей водой с добавлением нитрита натрия или хромпика, что предохраняет детали от коррозии.

#### **4. Специальные способы очистки и мойки деталей машин**

При очистке парами растворителя в облако паров достаточно сильного растворителя помещают в подвешенном состоянии холодную деталь, которая быстро



покрывается конденсатом; последний, стекая с поверхности детали, уносит с собой частицы грязи. Процесс продолжается до тех пор, пока деталь не нагреется до температуры паров. В большинстве случаев этого времени оказывается вполне достаточно для очистки, так как процесс протекает весьма интенсивно. Чаще всего к рассматриваемому способу очистки прибегают для удаления прочно приставшей пленки грязи с поверхности деталей с электрической изоляцией, т.е. якорей и катушек электрических машин.

При очистке ультразвуком у очищаемых поверхностей деталей создается интенсивное колебание раствора за счет ударных волн, возникающих при пропускании через раствор ультразвука. Под действием ультразвука в растворе образуются области сжатия и разрежения, распространяющиеся по направлению ультразвуковых волн. В зоне разрежения, на границе между поверхностью детали и жидкостью, образуется полость, куда под действием местного давления из пор капилляров выталкивается раствор и загрязнение. Через полпериода колебаний в том же месте образуется область сжатия. В результате происходит гидравлический удар, способный создавать большое мгновенное местное давление, намного превышающее исходное, вызванное распространением ультразвуковых колебаний. Это явление сопровождается характерным шумом. Благодаря большой частоте ультразвуковых колебаний процессы повторяются до 20 000 раз в 1 с. Под действием раствора и гидравлических ударов жировая пленка на поверхности детали разрушается, загрязнения превращаются в эмульсию и уносятся вместе с раствором. Скорость и качество ультразвуковой очистки зависят от химической активности и температуры раствора, а также удельной мощности ультразвука.

Преимущества ультразвуковой очистки деталей таковы: ее качество выше по сравнению с другими способами очистки, а продолжительность процесса значительно меньше; очистка может быть легко механизирована. В промышленности, как правило, ультразвуковой способ применяют для очистки мелких деталей. В последнее время его начинают внедрять и при ремонте тепловозов, например для очистки фильтров.

При термических способах очистки загрязнения удаляют путем нагрева детали до температуры, при которой они сгорают (газопламенная очистка). Ацетиленокислородным пламенем очищают от нагара и смолистых отложений выпускные коллекторы и патрубки дизеля, глушитель шума выпуска и др. Для удаления нагара и накипи применяют термохимический способ очистки детали погружением ее в расплав солей и щелочи, где загрязнения теряют механическую прочность и отделяются от поверхности детали.

В зависимости от вида и степени загрязнения в состав соляной ванны включают следующие компоненты (в процентах по массе): каустическая сода 50...70, натриевая селитра 25...40 и поваренная соль 4... 6. Температура расплава 380... 420 °С. Детали выдерживают в расплаве 5... 15 мин, затем промывают водой, травят в кислотном растворе и промывают горячей водой.

## **1.2 Лекция № 2 (2 часа).**

**Тема: «Разборка машин и агрегатов. Дефектация деталей»**

### **1.2.1 Вопросы лекции:**

- 1 Техническая документация на разборку машин
- 2 Оборудование, инструмент и приспособления для разборки машин
- 3 Особенности разборки машин при обезличенном и необезличенном ремонте
- 4 Дефектация деталей. Методы контроля геометрических параметров деталей.
- 5 Способы выявления скрытых дефектов

## **1.2.2 Краткое содержание вопросов**

### **1 Техническая документация на разборку машин**

*Технологическая документация на ремонт:*

ЕСТПП – Единая система технологической подготовки производства. В документацию входят:

ЕСТД – Единая система технической документации,  
ГОСТ 3.1109;

ЕСКД – Единая система конструкторской документации, ГОСТ 2.001;

ГСИ – Государственная система обеспечения единства измерения;

ЕСДП – Единая система допусков и посадок;

ССБТ – Система стандартов безопасности труда;

ОСТ – отраслевые стандарты.

### **2 Оборудование, инструмент и приспособления для разборки машин**

Существуют следующие виды разборки: частичная и полная, в которых количество винтовых соединений составляет 65% и прессовых – 25%.

Разборку выполняют в строгой последовательности, предусмотренной технической документацией, а именно технологическим картам на разборку и технологическим схемам разборки.

Существует множество станков. приспособлений для разборки машин.

### **3 Особенности разборки машин при обезличенном и необезличенном ремонте**

По конструктивным признакам соединения деталей машин бывают подвижными, неподвижными, разъемными и неразъемными, а по технологическим – резьбовые, прессовые, сварные, паяные, заклепочные, клеевые и вальцовочные.

Существуют обезличенный и необезличенный методы ремонта.

Не обезличиваются детали:

- совместно – обрабатываемые (блок – нижние крышки коренных вкладышей);
- совместно – прирабатываемые (центральная передача ведущего моста);
- взаимнобалансированные (коленчатый вал – маховик);
- подобранные по массе (шатунно – поршневая группа).

### **4 Дефектация деталей. Методы контроля геометрических параметров деталей**

. После очистки от загрязнений и мойки детали подвергают дефектации с целью обнаружения в них дефектов и сортировки на годные для дальнейшего использования, требующие ремонта и негодные. Разбраковку ведут в соответствии с техническими условиями на контроль и сортировку деталей, выполненными в виде карт. В карту вносят следующие данные: общие сведения о детали; перечень возможных дефектов; способы обнаружения дефектов; указания о допустимости дефектов и рекомендуемые способы их устранения.

К деталям, годным для дальнейшего использования, относят те, которые имеют допустимые размеры и шероховатость поверхности согласно чертежу и не имеют наружных и внутренних дефектов. Такие детали отправляют на склад запасных частей или в комплекточное отделение.

Детали, износ которых больше допустимого, но годные к дальнейшей эксплуатации, направляют на склад накопления деталей, а далее — в соответствующие ремонтные цехи для восстановления.

Негодные детали отправляют на металлолом, а вместо них со склада выписываются запасные детали.

В соответствии с техническими условиями процесс дефектации проводится в следующем порядке. Сначала внешним осмотром обнаруживают повреждения: видимые трещины, пробоины, задиры, риски, коррозию и т. п.; оценивают состояние трущихся поверхностей и соответствие их нормальному процессу эксплуатации. Далее детали, прошедшие внешний осмотр, проверяются на соответствие их геометрических параметров и физико-механических свойств с заданными по чертежу. Из числа геометрических параметров устанавливаются действительные размеры деталей, погрешности формы (овальность, конусность, прогиб), погрешности расположения (биение, несоосность, непараллельность и др.).

В процессе эксплуатации автомобиля происходят изменения физико-механических свойств деталей. Контроль за изменением свойств осуществляется по величине твердости, измерение которой производится твердомерами. Твердость детали должна быть не ниже указанной на чертеже или в технических условиях.

Потерю жесткости рессор и пружин оценивают по величине прогиба при определенной нагрузке на специальных приспособлениях.

Окончательное заключение о годности деталей делается после контроля дефектов.

Под дефектом понимается недопустимая несплошность металла детали.

К числу дефектов, встречающихся в деталях автомобиля, относятся трещины различного происхождения (сварочные, усталостные, закалочные, шлифовочные, водородные и др.), коррозионные изъязвления, поры, неметаллические включения и др. По расположению Дефектация – операция технологического процесса ремонта машины, заключающаяся в определении степени годности бывших в эксплуатации деталей и сборочных единиц к использованию на ремонтируемом объекте.

Дефектация проводится по следующим размерам:

*Номинальными* считают размеры и другие технические характеристики деталей, соответствующие рабочим чертежам.

*Допустимыми* считают размеры и другие технические характеристики детали, при которых она может быть поставлена на машину без восстановления и будет удовлетворительно работать в течение предусмотренного межремонтного ресурса.

*Предельными* называют выбраковочные размеры и другие характеристики детали.

#### **Факторы выбраковки деталей**

- конструктивный (валы, шестерни);
- технологический (насосы, плунжерные пары);
- качественный (лапы, лемеха, молотильные барабаны);
- экономический (кольца поршневые, гильзы; распылители форсунок).

Параметры технического состояния – физические величины, характеризующие работоспособность или исправность машины.

#### **Способы выявления явных дефектов и характерного износа:**

- органолептические (осмотр, остукивание, ослушивание);
- инструментальные (измерение);
- выбор измерительных средств.

ию дефекты бывают поверхностными и внутренними.



Параметры и методы диагностирования технического состояния машин и деталей

### 5 Способы выявления скрытых дефектов

Известно большое разнообразие методов установления дефектов. Из них в авторемонтном производстве наибольшее применение нашли такие методы неразрушающего контроля, как магнитный, капиллярный и ультразвуковой.

Сущность магнитного метода контроля состоит в том, что при намагничивании контролируемой детали дефекты создают участок с неодинаковой магнитной проницаемостью, вызывающей изменение величины и направления магнитного потока. Магнитные силовые линии проходят через деталь и огибают дефект, как препятствие с малой магнитной проницаемостью.

Для выявления дефектных мест деталь сначала намагничивают, а затем наносят равномерный слой сухого магнитного порошка. Магнитный порошок под действием магнитного поля будет притянут краями дефекта и четко обрисует его границы.

Метод магнитной дефектоскопии обеспечивает высокую производительность и дает возможность обнаружить трещины шириной до 0,001 мм на глубине до 6 мм. Применяется метод для контроля деталей, изготовленных из ферромагнитных материалов (сталь, чугун).

Для контроля деталей из цветных металлов и сплавов, пластмассы и других материалов применяют капиллярный метод дефектоскопии.

Сущность капиллярной дефектоскопии заключается в том, что на контролируемую поверхность наносят слой специального цвето-контрастного жидкого индикаторного вещества.

Одним из способов капиллярного метода контроля является «керосиновая проба». На поверхность детали наносят слой керосина и выдерживают в течение 15—20 мин. Затем ветошью тщательно протирают поверхность насухо. Далее на поверхность наносят проявитель, представляющий собой водно-меловой раствор. При высыхании мел

вытягивает керосин и на поверхности появляется керосиновое пятно. Способ весьма прост, но образующееся пятно не дает полных сведений о форме и размерах дефекта.

Разновидностью капиллярного метода служит люминесцентный способ контроля дефектов, основанный на свойстве некоторых веществ светиться при облучении их ультрафиолетовыми лучами.

Очищенные и обезжиренные детали помещают в ванну с флюоресцирующей жидкостью. Жидкость проникает в дефекты и там задерживается. Остатки жидкости смывают холодной водой, деталь сушат сжатым воздухом и припудривают порошком силикагеля. При освещении детали ультрафиолетовым излучением порошок силикагеля, пропитанный флюоресцирующей жидкостью, будет ярко светиться желто-зеленым светом. Трещины будут видны в виде широких полос, поры — в виде пятен.

Люминесцентные дефектоскопы позволяют выявить трещины шириной 0,01 мм.

Ультразвуковой метод дефектоскопии основан на свойстве ультразвука проходить через металлические изделия и отражаться от границы раздела двух сред, обладающих разными акустическими свойствами.

Метод ультразвуковой дефектоскопии позволяет установить любые дефекты (трещины, поры, неметаллические включения и т. д.), залегающие на глубине 1—2500 мм.

Для обнаружения скрытых дефектов в полых деталях широко применяется метод гидравлических и пневматических испытаний.

Проводятся такие испытания на специальных стендах. Так, дефекты в блоке и головке блока цилиндров устанавливают гидравлическим испытанием на стенде, обеспечивающим герметизацию всех отверстий. Блок заполняется горячей водой, и в нем создается давление 0,3—0,4 МПа. Наличие дефектов определяют по подтеканию воды.

Пневматические испытания позволяют определить герметичность радиаторов, топливного бака и др. путем закачки в них сжатого воздуха под давлением, согласно техническим условиям. Далее агрегаты помещают в ванну с водой и по выделению пузырьков определяют место нахождения дефекта.

### **1.3 Лекция №3 (2 часа).**

**Тема: «Сборка, обкатка и испытание объектов ремонта. Окраска машин»**

#### **1.3.1 Вопросы лекции:**

- 1 Сборка объектов ремонта. Оборудование для сборки сопряжений.
- 2 Обкатка узлов и агрегатов после ремонта
- 3 Испытание объектов ремонта после ремонта
- 4 Общие сведения о лакокрасочных материалах и покрытиях
- 5 Технологический процесс окраски машин
- 6 Технология сушки лакокрасочных покрытий. Контроль качества лакокрасочных покрытий.

#### **1.3.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Сборка объектов ремонта. Оборудование для сборки сопряжений.

Сборка – процесс соединения деталей в пары и узлы, узлов и деталей в агрегаты, деталей, узлов и агрегатов- в машину при условии соблюдения их кинематических схем, характера посадок, величин размерных цепей.

Особенности сборки машин при ремонте:

детали используются годные без ремонта, восстановленные, новые; поэтому возникает необходимость в проведении дополнительных пригоночных и контрольных операций.

**Способы сопряжения деталей:**

- по методу полной взаимозаменяемости;
- по методу неполной (ограниченной) взаимозаменяемости (подбором деталей и применение компенсаторов – неподвижных (прокладки, кольца) и подвижных (винты);
- комбинированный способ (соединение деталей одной размерной группы и подбор деталей внутри группы по наилучшим вариантам или дополнительная притирка прецизионных деталей ДТА);
- индивидуальная пригонка.

**Формы организации сборочного процесса по степени расчленения производственного процесса на операции:**

- концентрированные (все операции выполняются одной группой ремонтников);
- дифференцированная (сборка узлов на специализированных рабочих местах отдельными ремонтниками);
- поточная (высшая степень дифференцированной сборки)
- по месту сборки две формы организации – стационарная и подвижная.

**СБОРКА РЕЗЬБОВЫХ СОПРЯЖЕНИЙ**

- количество соединений – 25...30% от общего объёма сборочных работ;
- последовательность затяжки;
- усилие затяжки:  $M_{зат} < 0,1 d3\sigma$ ;
- инструмент: предельные и динамометрические ключи (шатунные болты, нижние крышки блока, гайки головки блока);

**СБОРКА ОПОР С ПОДШИПНИКАМИ СКОЛЬЖЕНИЯ (ВТУЛКАМИ ИЛИ РАЗЪЕМНЫМИ ВКЛАДЫШАМИ)**

- сборка с помощью приспособлений безударного действия (винтовые, прессовые);
- соблюдение соосности опор (расточивание с одной установки, развёртывание);
- требования к установке коренных вкладышей коленвала (мойка, выступание кромок на 0,05-0,1 мм, обдувание воздухом, совпадение отверстий каналов блока и вкладышей, соблюдение масляного зазора в сопряжении "вал – подшипник" (0,001...0,05)Д, мм, проверка зазора латунными или свинцовыми пластинами)
- проверка на краску и пришабривание.

**СБОРКА КОНУСНЫХ, ШЛИЦЕВЫХ, ШПОНОЧНЫХ, ПРЕССОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

- конусные (совпадение конусностей вала и втулки, несовпадение торцовых поверхностей для обеспечения затяжки соединения);
- шлицевые (центрирование, проверка биения по ободу и торцу);
- шпоночные (призматические, сегментные, клиновидные);
- прессовые
- тяжелые  $P = \pi d l p f$  прессовые соединения:

нагревание втулки до температуры:

$$t > \left( \frac{\delta 10^{-3}}{\alpha d} \right) (1,2 \dots 1,3,)$$

способы нагревания втулки (вода, масло, расплавленный свинец, пламя газовой горелки – 75...450°C)

способы охлаждения вала: жидкий воздух (-193°C), жидкий кислород (-180°C), углекислота CO<sub>2</sub> (-72°C)

**СБОРКА ЗАКЛЕПОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

- детали (ведомые диски муфты сцепления, тормозные накладки и ленты, автомобильные рамы);
- клёпка ведётся ударами или давлением;
- при ударной клёпке применяются ручные молоты или пневматические клепальные молотки;

– при клёпке давлением (бесшумной) используются прессы (ЗИЛ 5Н-366, холодная клёпка заклёпками диаметром до 13 мм) или гидравлические "жимки" (горячая клёпка заклёпками до 18 мм);

– расчёт усилия клёпка  $P$ , кН, для холодной и горячей клёпки в зависимости от сечения заклёпки  $F$ , см<sup>2</sup>:

$$P=25 F; P=10 F;$$

– усилие прессы должно превышать усилие клёпки на 20-40%.

#### МОНТАЖ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

– оборудование и оснастка (винтовые, гидравлические, пневматические прессы, подкладные кольца, трубы, оправки);

– правила монтажа (усилие прикладывать по всей торцевой поверхности кольца; проверять состояние посадочных мест и радиусов галтелей колец и валов (корпусов); предшествующие монтажу операции – мойка подшипника и детали, сушка, смазка; для облегчения процесса сборки возможен нагрев подшипника в масле (80-1000С), нагрев корпуса в масле);

– соотношение радиального и осевого зазоров для шариковых подшипников – 0,002-0,2 мм;

– возможные схемы монтажа подшипников качения

#### СБОРКА ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

– проверка радиального и торцевого биения колёс индикатора часового типа;

– проверка бокового зазора  $\epsilon_n$  в зацеплении цилиндрических зубчатых колёс:

где  $L$  – длина плеча от центра шестерён до ножки индикатора, мм

$$\epsilon_n = \left( \frac{R}{L} \right) N$$

$R$  – радиус начальной окружности верхней шестерни, мм;

$N$  – показание индикатора, мм.

– проверка бокового зазора может быть произведена посредством измерения толщины свинцовой пластины, помещённой между нерабочими профилями колёс при их проворачивании на 360°;

– взаимный контакт рабочих поверхностей зубьев зацепляющихся шестерён проверяют на краску.

#### ПРОВЕРКА СООСНОСТИ ВАЛОВ И УГЛА МЕЖДУ ОСЯМИ ОТВЕРСТИЙ В КОРПУСАХ КОНИЧЕСКИХ И ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ

– несовпадение осей соединённых вращающихся деталей ("вал муфты сцепления – коленчатый вал") приводит к неравномерной загрузке подшипников, пробуксовыванию дисков муфты сцепления, одностороннему изнашиванию деталей и пр;

– схемы проверки соосности вращающихся взаимно соединяемых деталей;

– при сборке редукторов конических и червячных передач проверяются углы между осями отверстий в корпусах конических передач и углы скрещивания и межосевого расстояния отверстий в корпусах червячных передач.

#### 2. Обкатка узлов и агрегатов после ремонта

– обкатка – *операция*, в результате выполнения которой достигается взаимная *приработка* трущихся поверхностей деталей для подготовки их к работе с нормальной рабочей нагрузкой;

– *кроме того*, при обкатке выявляются дефекты ремонта и достигается окончательная регулировка механизмов, узлов и сопряжений;

– *приработка* – процесс, в результате которого увеличивается износостойкость поверхности трения за счёт возрастания площади фактического контакта и улучшения физико-механических свойств;

– физическая основа приработки – интенсивное разрушение шероховатостей трущихся поверхностей в результате нарушения *металлических* и *молекулярных* связей, а также *механического* зацепления поверхностей трения;

– сущность приработки по методу исполнения: узел приводится в действие сначала с небольшой, а затем со всё возрастающей скоростью и при обильной смазке.

– чистота поверхностей деталей;

– площадь фактического контакта зависит от точности обработки поверхностей:  
 $S_f = (0,2-0,4)S_{расч}$  (чистовое точение);

$S_f = (0,8-0,9)S_{расч}$  (точное шлифование);

–  $S_f$  влияет на величину удельных нагрузок, скорость пластической (остаточной) деформации поверхностных слоёв металла, величину срезания неровностей;

– чистота поверхности ресурсных деталей должна быть оптимальной: так, полирование кулачков распредвала и тарелок толкателей ( $R_z=0,2$  мкм) взамен шлифования ( $R_z=0,5$  мкм) не улучшает, а ухудшает условия работы пары (отрыв частиц от тарелки толкателя и налипание их на кулачок вала);

– оптимальная чистота поверхности юбки поршня  $R_z=0,35-0,75$  мкм, зеркала цилиндра  $R_z=0,50-0,80$  мкм, поршневого кольца  $R_z=0,15-0,45$  мкм;

– приработочные покрытия: поршневые кольца (верхние) хромируют, наносят полуду; цилиндры ДВС – фосфатируют;

– температурный режим;

– точность обработки поверхностей (макрогеометрические погрешности – волнистость, конусность, бочкообразность, неплоскостность);

– низкая точность сборки – несовпадение осей, перекосы и  $S_f$  уменьшается в 80 – 100 раз, момент прокручивания увеличивается в 2 раза;

– условия смазывания: коэффициент трения неприработанных поверхностей в 10 раз выше, чем приработанных;

оптимальная вязкость масла-30 сст;

– присадки к маслам: *коллоидная сера* (1%) уменьшает продолжительность приработки в 2-8 раз, а износ в два раза;

*дисульфид молибдена* уменьшает износ деталей в два-три раза, снижает величину начального зазора в сопряжении, увеличивает ресурс пары трения;

*моющие, противоокислительные, противозадирные;*

– режим приработки (скорость скольжения и нагрузка).

### 3. Испытание объектов ремонта после ремонта

Режим приработки – перемена скоростей и нагрузок, т.к. в противном случае микрогеометрия поверхностей трения будет соответствовать одному уровню нагрузки.

Основное требование к режиму – *поддержание* в начальный период таких скоростей скольжения, при которых достигается хорошая подача масла к поверхностям с *повышением* скоростей и нагрузок до эксплуатационных значений.

Режимы обкатки ДВС:

*холодная* обкатка (10 мин.-700 об/мин, 10 мин.-950 об/мин.);

*горячая* без нагрузки (10 мин.);

*горячая* с возрастанием нагрузки (70 мин.) до 90% от эффективной мощности;

– *испытание* на мощность и расход топлива при максимальной нагрузке и номинальной частоте в течение пяти минут;

– *предэксплуатационная* приработка (обкатка) с возрастающей нагрузкой (8-10 часов).

### УСЛОВИЯ ОБКАТКИ

– прослушивание стетоскопом (стук поршней, пальцев, подшипников);

– перегрев деталей;



- пропуск газов через прокладку головки;
- подтекания масла, воды, топлива;
- контрольный осмотр (картер, вкладыши коренные и шатунные, фильтр грубой очистки масла).
- определение мощности стенда для обкатки:

$$N_e = \frac{M \cdot n}{716} \text{ Н} \cdot \text{м};$$

где М – момент вращения,  
n – частота, мин-1.

#### 4. Общие сведения о лакокрасочных материалах и покрытиях

- требования к ЛКМ: адгезия, высыхаемость, прочность;
- состав: плёнкообразующие вещества, пигменты (сухие краски), растворители, разбавители, сиккативы;

плёнкообразующие вещества: *масло растительное, олифы* (окисленные маслянистое, тунговое и пр.); *смолы натуральные* (канифоль, шеллак, асфальтены, пеки), *смолы синтетические* (эпоксидные, глифталевые, пентафталевые), *эфирно-целлюлозные соединения* (нитроклетчатка – целлюлоза + кислота серная, азотная);

растворители: 1) скипидар, уайт-спирит (бензин-растворитель), спирт-сырец;

2) олифа;

3) бензол, ацетон, толуол, этиловый и бутиловый спирты с добавками пластификатора (эфиры, касторовое масло) и адгезионного ускорителя (канифоль, глицериновый эфир);

лаки (масляные, спиртовые, нитро) состоят из плёнкообразующих веществ (35-45% смолы) и растворителей;

пигменты применяются для повышения прочности, улучшения адгезии, придания необходимой цветовой гаммы;

основные пигменты: белые (цинковые и титановые белила); жёлтые (охра, цинковый и свинцовый кроны), красные (мумия, железные и цинковые сурики); синие (ультрамарин, лазурь), зелёные (окислы хрома, цинка); коричневые (умбра), чёрные (сажа);

разбавители (нитро-смеси РДВ, 646-649, масляные- РС-1, РС-2, уайт-спирит);

сиккативы (вещества, ускоряющие высыхание покрытия): марганцевые, свинцовые, кобальтовые соли некоторых кислот;

– 3 типа красок: *масляные* (олифа и пигмент), время высыхания до 30 час;

*эмалевые* (лак и пигмент): масляные, нитроэмалевые, пентафталевые, горячей и холодной сушки и пр;

*водоэмульсионные* (эмульсии двух и более несмешивающихся жидкостей с добавкой стабилизатора- казеина, желатина, мыла).

#### 5. Технологический процесс окраски машин

##### ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЕРЕД ОКРАСКОЙ

*Состав лакокрасочного покрытия*: грунт (защита от коррозии), шпаклёвочный слой (для сглаживания шероховатостей), слой краски (для получения необходимой цветовой окраски и отделки поверхности); общая толщина покрытия – 90-110 мкм;

*Техпроцесс окраски*: подготовка поверхности, грунтовка, шпаклевание, окраска, сушка, окончательная отделка покрытия (полировка, нанесение знаков, орнаментов);

*Подготовка поверхности*: 1) мойка узлов и деталей с одновременным удалением старой краски; 2) удаление коррозии; 3) исправление наружных дефектов и придание поверхности правильной геометрической формы; 4) обезжиривание поверхности перед окраской;

1) старая краска удаляется полностью, если повреждения покрытия (сетка трещин, отслаивание, пузыри, сколы) охватывают более 30 % площади поверхности детали; при меньшем количестве повреждений допускается местная очистка деталей от загрязнений и местная окраска;  
– снятие старого покрытия – в выварочных ваннах или в струйных моечных машинах;

состав растворов для выварочной ванны:

а) 10% раствор NaOH;  
б) 30% NaOH+20% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+30%Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 10г/л, 80-900С, 30 мин;  
– после снятия покрытия – промывка в растворе CrO<sub>3</sub> (0,5 г/л, 50-600С, 5 мин) и в воде (950С, 10 мин);

– ручное удаление старого покрытия – кистью с помощью смывок (жидких или пастообразных);

состав смывки АФТ-1: парафин-0,5%; ацетон-19%; толуол-28%; формальгликоль-52,5%; +15 мл фосфорной кислоты на 1 л раствора +тальк (до получения сметанообразного состояния);

– момент начала действия смывки определяется по внешнему виду поверхности (набухание и сморщивание);

набухшая краска и смывка удаляется шпателем (ветошью);

– изоляция мест, не подлежащих воздействию смывки: смазка ЦИАТИМ, консталин, литол, салфетки с невысыхающим клеем.

2) удаление коррозии:

– травлением в ваннах с раствором H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl (100 г/л), при 500С, в течение 30 мин, с последующей нейтрализацией в ванне с содовым раствором, промывкой горячей и холодной водой;

– гидро-пескоструйная или дробеструйная обработка металлическим песком, чугуной дробью ( диаметр 0,3 – 0,5 мм); для предотвращения вторичной коррозии используется 10%-ный раствор NaNO<sub>2</sub>, добавляемый в рабочую смесь воды и песка;

– кварцеванием стальными щётками, обработка шлифкругами, наждачной бумагой;

3) устранение наружных дефектов (вмятин, царапин) производится слесарным воздействием с использованием оправок, шаблонов;

4)поверхность обезжиривается:

щелочными растворами

(1,5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+2%NaOH+1%Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>+0,5Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>+вода) в течение 30 минут при 80-900С, с последующей промывкой горячей водой;

растворителями (скипидар, бензин, уайт-спирит и др.);

**ГРУНТОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ**

Выполняется для создания антикоррозионного слоя и повышения сцепляемости плёнки краски с деталью;

Составы: а) пигменты (Pb, Fe, сажа) + глифталевый лак-под масляные краски, эмали на основе синтетических смол, нитроэмали;

б) пигменты (Fe, Zn, тальк)+фенольная смола + растительное масло;

в) эпоксидная и фосфатирующая грунтовка;

Технология: нанесение слоем 18-25 мкм кистью или краскораспылителем; сушка в камерах при температуре 80-1000С (40 мин) или 1300С (15 мин), не допуская разрушения слоя из-за выделения летучих веществ активных растворителей.

**ШПАТЛЕВАНИЕ**

Выполняется для выравнивания подготовленной поверхности после удаления коррозии, зачистки сварочных швов, грунтования.

Требования к шпаклёвке: пастообразная консистенция, хорошая адгезия к металлу, хорошая шлифуемость, не впитывает влагу, не трескается под воздействием влаги.

Составы: 15% пигментов+10% олифы (лака)+75%мела;

нитроцеллюлозные, лаковые, эпоксидные (в зависимости от разбавителя).

Способы шпаклевания – сплошное или местное; сплошное –краскораспылителем, местное – шпателем.

Толщина – до 0,5 мм, при необходимости получения более толстого слоя операция повторяется (после сушки и шлифовки);

Шлифование – наждачной бумагой (мокрой) №150-280, пемзой, шлифаппаратом с угловым патроном, пневматической шлифмашинкой.

Заключительная операция – промывка и сушка.

#### НАНЕСЕНИЕ НАРУЖНЫХ СЛОЕВ ПОКРЫТИЯ

Типы покрытий (декоративное- легковые автомобили; обыкновенное- грузовые автомобили, тракторы; защитное – агрегаты сельхозмашин).

Применимость покрытий (*нитроэмали* ПФ133, ПХВ-10 и др, без высокотемпературной сушки; недостаточно коррозионностойки, трудоёмки при проведении шлифовальных операций; *синтетические* эмали, более устойчивый блеск и защита от коррозии (20-30 мкм); *битумные лаки* (рамы, мосты); *нитролаки* с алюминиевой пудрой (ДВС);

Способы нанесения краски:

*ручной* – кистью, ограниченные участки (внутренние полости, знаки, надписи);

*погружением*;

*распылением* (воздушное, безвоздушное);

Недостатки: потери ЛКМ, образование тумана, необходимость в закрытых камерах для окраски с водяными уловителями и вентиляцией.

*В электростатическом поле* – с использованием электрофореза (переноса электрически заряженных частиц в электростатическом поле).

Сущность электрофореза: вдоль конвейера – сетки под напряжением 120 кВт (кенотрон), знак “-“; деталь перемещается конвейером, знак “+“; воздух под действием коронного разряда ионизируется, отрицательные частицы поглощаются капельками распылённой краски, придают им отрицательный заряд, которые затем под действием разности потенциалов перемещаются на деталь; потери краски снижаются на 30-50%, упрощается схема вентиляции камеры, улучшается качество покрытия (ровный слой заданной толщины); недостаток – плохо покрываются экранированные поверхности.

#### СУШКА И ОТДЕЛКА ПОКРЫТИЯ

Сущность сушки – испарение летучего растворителя и окисление (или полимеризация) связующего вещества (плёнообразующего).

6. Технология сушки лакокрасочных покрытий. Контроль качества лакокрасочных покрытий.

Виды сушки – холодная (естественная), горячая (искусственная).

*Холодная* применяется при мелких работах с нитроэмалями.

*Горячая* – при сушке крупногабаритных деталей; ускорение процесса и получение высококачественного покрытия.

*Способы сушки* – конвекционная и терморadiационная; конвекционная сушка – обдув горячим воздухом сверху камеры, отсос- снизу; терморadiационная сушка – инфракрасными лучами от специальных ламп накаливания в камерах тоннельного типа или от панельных излучателей (стальных, керамических, чугунных).

Интенсивность нагрева и сушки зависит от цвета краски (коэффициент поглощения изменяется от 0,9 (чёрная) до 0,3 (алюминиевая).

#### 1.4 Лекция № 4 (2 часа).

#### Тема: «Технология ремонта двигателей»

##### 1.4.1 Вопросы лекции:

- 1 Технология ремонта ГБЦ
- 2 Технология ремонта деталей цилиндрико-поршневой группы
- 3 Технология ремонта деталей кривошипно-шатунного механизма

##### 1.4.2 Краткое содержание вопросов:

- 1 Технология ремонта ГБЦ

##### РЕМОНТ ГОЛОВКИ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ

Трещины головки блока цилиндров заваривают без предварительного подогрева головки дуговой сваркой с помощью электрода ЦЧ – 4, самозащитной проволоки ПАНЧ – 11, либо заделывают фигурными вставками.

У гнезд клапанов, износ которых меньше допустимого, фрезеруют или зенкуют фаски. Шероховатость поверхности после фрезерования не более  $Ra=0,80$  мкм, радиальное биение фаски относительно отверстия втулки клапана –  $0,05$  мм.

Перед обработкой выпрессовывают изношенные втулки стержня клапана, зачищают посадочное место и запрессовывают втулки ремонтного размера с уменьшенным внутренним диаметром.

У большинства двигателей вставные седла изготовлены из специального чугуна. При большом износе фаски седла выпрессовывают из головки. Если износ отверстий в головке под седло клапана велик, то в них устанавливают новые седла номинального размера. Если же он без расточки превышает допустимое значение, то гнездо сначала растачивают под ремонтный размер, а затем запрессовывают седло ремонтного размера с увеличенным наружным диаметром.

##### РЕМОНТ КЛАПАНОВ

Изношенные рабочие фаски тарелок клапанов шлифуют до выведения следов износа на специальных станках СШК-3 или 2414. Шероховатость фаски после обработки не более  $Ll = 0,63$  мкм, а биение относительно оси поверхности стержня не более  $0,03$  мм.

Изношенный торец клапана шлифуют до выведения следов износа на тех же станках с помощью приспособления, прикладываемого к станку, и снимают фаску  $1 \times 45^\circ$ . Неперпендикулярность торца к боковой поверхности стержня не более  $0,05$  мм.

Стержень клапана с небольшим износом шлифуют на уменьшенный размер, а предельно изношенный восстанавливают электролитическим хромированием или железнением.

Клапаны, у которых после шлифования рабочей фаски высота цилиндрического пояса тарелки меньше  $0,5$  мм (для двигателей Д-130 и Д-160 меньше  $1,0$  мм), восстанавливают. Такие клапаны (из сталей 40ХН, 4Х10С2М, 37ХС, 8Х20НС и др.) наплавляют жаропрочными материалами ВКЗ, ЭП616 или сормайт с последующей механической обработкой. Перед наплавкой клапаны протачивают на токарном станке резцами из твердого сплава Т15К6.

##### ПРИТИРКА КЛАПАНОВ К СЕДЛАМ.

Перед сборкой головки цилиндров клапанную пару притирают на станках ОПР-1841А с помощью пасты различной зернистости. Притиркой достигается необходимая герметичность клапанной пары. Рекомендуются следующие пасты: состав I (карбид бора М40 – 10%, микрокорунд М – 20 -90%), состав II (электрокорунд зернистый – 87%, парафин – 13%). Состав готовят на дизельном масле. Притирают до получения кольцевой матовой поверхности на фаске седла. По окончании притирки клапанные гнезда и клапаны промывают керосином или 1%-м водным раствором тринатрийфосфата до

полного удаления абразивной притирочной пасты и проверяют качество обработки. Собирают клапанную группу и заливают керосин в газораспределительные каналы. Выступление сухарей над тарелкой пружин – 0,5...2,0 мм. Зазор между ними не менее 0,5 мм. У хорошо притертых клапанов не должно быть подтекания керосина из – под их тарелок в течение 3 мин.

#### РЕМОНТ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА

Встречаются следующие неисправности: износы опорных шеек, кулачков и посадочного места под шестерню; прогиб.

Опорные шейки шлифуют под ремонтный размер. Перед обработкой проверяют и, если необходимо, устраняют прогиб вала на прессе правкой. Шейки шлифуют в центрах круглошлифовального станка 3А – 433 электрокорундовыми кругами зернистостью 46...60 и твердостью СМ. Овальность и конусность поверхности шеек после ремонта допускаются не более 0,03 мм. Шероховатость не более  $Ra = 0,63$  мкм. При значительном износе опорных шеек их наплавляют вибродуговым способом или проводят железнение и затем шлифуют под номинальный размер.

Кулачки вала изнашиваются по высоте на рабочем участке профиля. В результате изменяется высота подъема клапанов и диаграмма «время – сечение».

При износе кулачков по высоте до 0,3 мм их шлифуют на эквидистантный профиль по копиру. Если он превышает это значение, то их наплавляют ручной дуговой сваркой или вибродуговым способом с использованием копировального приспособления. Применяют порошковую проволоку, электроды Т-590 и Т-620. твердость наплавленных кулачков не ниже HRC 45. После наплавки их шлифуют в два приема. При черновой обработке глубина резания 0,01...0,02 мм на один оборот шпинделя станка и при чистовой – 0,005...0,007 мм. Для шлифования используют круги твердостью СМ, СМ1 или СМ2 с зернистостью 46...60. Частота вращения шлифовального круга на станке 3А-433 равна 1033 мин-1 и изделия – 32 мин-1. Шероховатость поверхности шлифованных кулачков не выше  $Ra = 0,63$  мкм. Профильную часть кулачков ремонтируют электрошлаковой приваркой порошка ПГ-ХН80СР2 с последующим шлифованием.

Посадочную поверхность под шестерню распределительного вала восстанавливают вибродуговой наплавкой или железнением с последующим шлифованием под номинальный размер.

#### РЕМОНТ КОРОМЫСЕЛ КЛАПАНОВ И ВАЛИКОВ КОРОМЫСЕЛ

Изношенную поверхность бойка клапана шлифуют до выведения следов износа на станке СШК-3. Высота бойка А после обработки должна соответствовать техническим требованиям. Если она меньше допустимого значения, то боек наплавляют электродом Т-590 и затем шлифуют на номинальный размер. Шероховатость поверхности после шлифования  $Ra = 0,63$  мкм и твердость HRC 50.

Изношенную втулку коромысла выпрессовывают и заменяют новой. Новую втулку запрессовывают с натягом 0,01 мм. Отверстие во втулке развертывают до номинального или ремонтного размера в зависимости от размера валика коромысел.

Непараллельность рабочей поверхности бойка коромысла оси отверстия во втулке должна быть не более 0,05 мм.

Изношенные валики коромысел шлифуют под ремонтный размер или восстанавливают наплавкой с последующим шлифованием до номинального размера.

## 2 Технология ремонта деталей цилиндрической группы

### РЕМОНТ ГИЛЬЗ

У гильз цилиндров кроме износа их внутренней поверхности встречаются следующие дефекты: износы нижней поверхности опорного бурта и посадочных поясков; кавитационные разрушения наружной поверхности; отложение накипи.

Износ опорного бурта составляет 0,08...0,10 мм.

Вначале устраняют дефекты наружной поверхности. Кавитационные повреждения чаще всего устраняют нанесением на предварительно подготовленную и подогретую до температуры 60 °С поверхность композиции на основе эпоксидной смолы. Разработан более простой метод электроконтактной приварки стальной пластины. Пластина из стали 10 или 20 толщиной 0,3 мм должна на 5...10 мм перекрывать поврежденный участок.

Основной способ восстановления внутренней поверхности гильзы — обработка под ремонтный размер. Гильзы карбюраторных двигателей типа ЗМЗ имеют три ремонтных размера, а типа ЗИЛ — два через 0,5 мм. Гильзы дизелей имеют один ремонтный размер, увеличенный на 0,5 или 0,7 мм.

Гильзы восстанавливают следующими способами:

1. Постановкой легкоъемных тонких пластин
2. Железнение.
3. Электроконтактная приварка ленты.
4. Термопластическое обжатие.
5. Индукционная наплавка.

### **ВОССТАНОВЛЕНИЕ БЛОКОВ ЦИЛИНДРОВ**

Блоки цилиндров относят к группе поршневых деталей и они являются корпусными. Их изготавливают методом литья из серого, ковкого или модифицированного чугуна, алюминиевых и других сплавов.

Основные (базовые) поверхности у корпусных деталей — привалочные плоскости и отверстия под подшипники и другие детали, которые обрабатывают с высокой точностью. Состояние корпусных деталей, особенно их базовых поверхностей, во многом определяет безотказность и долговечность отремонтированных агрегатов и машины в целом. Установлено, что ресурс агрегатов, при ремонте которых все детали были заменены новыми, а корпусные детали не заменялись и не восстанавливались, составляет всего 30...40 % ресурса новых агрегатов. Поэтому при ремонте машин восстановлению корпусных деталей уделяют первоочередное внимание. Их ремонтируют неоднократно, так как они служат до списания машины.

#### **Восстановление гнезд коренных подшипников:**

1. Восстановление расточкой на станке типа РД – 50 (овальность и конусность не должны превышать 0,02 мм, а шероховатость поверхностей – не более  $Ra = 1,25...0,63$  мкм).
2. Фрезерование плоскостей разъема на 0,3...0,4 мм и последующим растачиванием отверстий до номинального размера.
3. Ремонт отдельных гнезд наплавкой латуныю Л – 63.
4. Электроконтактная приварка стальных полуколец.
5. Газоплазменная и плазменная металлизация (износостойкость повышается в 3 – 4 раза).
6. Проточное железнение.
7. Нанесение полимерных материалов.

Изношенные отверстия под втулки распределительного вала растачивают под увеличенный ремонтный размер и запрессовывают новые втулки. На нижних посадочных поясах под гильзы цилиндров часто бывают кавитационные раковины. При их глубине до 1,5 мм в поясах протачивают новую канавку выше или ниже первоначальной под стандартное уплотнительное кольцо. При износе посадочных отверстий под нижний пояс гильзы и наличии кавитационных раковин глубиной более 2 мм отверстие растачивают и запрессовывают в него стальное кольцо с готовой канавкой под уплотнительное кольцо. Поясок в блоке растачивают так, чтобы в нем осталась перемычка шириной 5 мм для упора в нее запрессовываемого металлического кольца. Перед

запрессовкой кольцо и поверхность гнезда обезжиривают ацетоном и наносят на кольцо тонкий слой эпоксидного состава А.

При неравномерном износе торцевой поверхности гнезда под бурт гильзы более 0,05 мм его зенкуют или растачивают, а под бурт гильзы при сборке устанавливают металлическое кольцо нужной толщины.

### 3 Технология ремонта деталей кривошипно-шатунного механизма

Последовательность ремонта шатуна:

1. Устранение изгиба и скручивание путем правки с последующей термообработкой.

2. Восстановление нижней головки (шлифование плоскости разъема с последующим растачиванием отверстия; железнение; электроконтактная приварка или припайка стальных полуколец; нанесение полимерных композиций; наплавка).

3. Восстановление верхней головки путем растачивания до ремонтного размера с последующей запрессовкой втулки, увеличенной по наружному диаметру.

### РЕМОНТ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

У четырехтактных четырехцилиндровых двигателей с пяти-опорным коленчатым валом коренные подшипники по степени нагружения можно разделить на две группы. К первой группе относят первый, третий и пятый подшипники, ко второй — четвертый и второй. Наибольшие нагрузки испытывают нижние вкладыши подшипников второй группы. Шатунные подшипники нагружены одинаково у всех цилиндров. При работе двигателя минимальная толщина масляного слоя в соединениях зависит от зазора в подшипнике и относительного эксцентриситета.

**Ремонт коленчатых валов осуществляется следующими способами:**

1. Шлифование.
2. Наплавка (под слоем флюса, плазменной, в среде защитных газов, широкоослойной и др.).
3. Нанесение гальванических покрытий (железнение, хромирование).
4. Металлизация.
5. Напекание порошков.
6. Электроконтактная приварка ленты.
7. Приварка или приклеивание полуколец.
8. Пластинирование.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **2.1 Лабораторная работа №1 ( 2 часа).**

**Тема: «Испытание и регулировка насосов (ТНВД) двигателя ЯМЗ – 240БМ на стенде КИ – 15711»**

**2.1.1 Цель работы:** научиться регулировать топливный насос высокого давления двигателя ЯМЗ-240БМ

#### **2.1.2 Задачи работы:**

Изучить и освоить технологию проверки и регулировки топливного насоса дизельного двигателя.

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Стенд для испытания и регулировки топливных насосов КИ-157ПМ-01-ГОСНИТИ.
2. Топливный насос двигателя ЯМЗ-240 БМ.
3. Комплект стендовых форсунок.
4. Набор ключей.

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

**Ознакомиться с конструкцией стенда КИ-157ПМ-01-ГОСНИТИ, назначением его узлов и органами управления стендом**

##### ***Общее устройство стенда***

Стенд (рис. 23) состоит из следующих основных частей: основания 2, литой плиты, выходного вала, блока мерного 17, электрошкафа 8, тахосчетчика 13, гидropередачи с приводом от электродвигателя, системы топливоподачи низкого и высокого давления со стендовым насосом и обшивок 1, 3, 10, 11, 21.

В основании стенда выполнены топливный бак и бак гидropередачи. В топливном баке установлены топливный насос, фильтр грубой очистки топлива, фильтр приемо-сетчатый, теплообменник.

На основании установлен насос гидropередачи с электродвигателем, электрошкаф 8, бак грязного топлива. Чугунная литая плита крепится к основанию с помощью четырех стоек. На плите установлены выходной вал с кронштейном, мерный блок 17 с поворотным кронштейном 20. На плиту устанавливаются сменные кронштейны для закрепления испытываемых топливных насосов высокого давления.



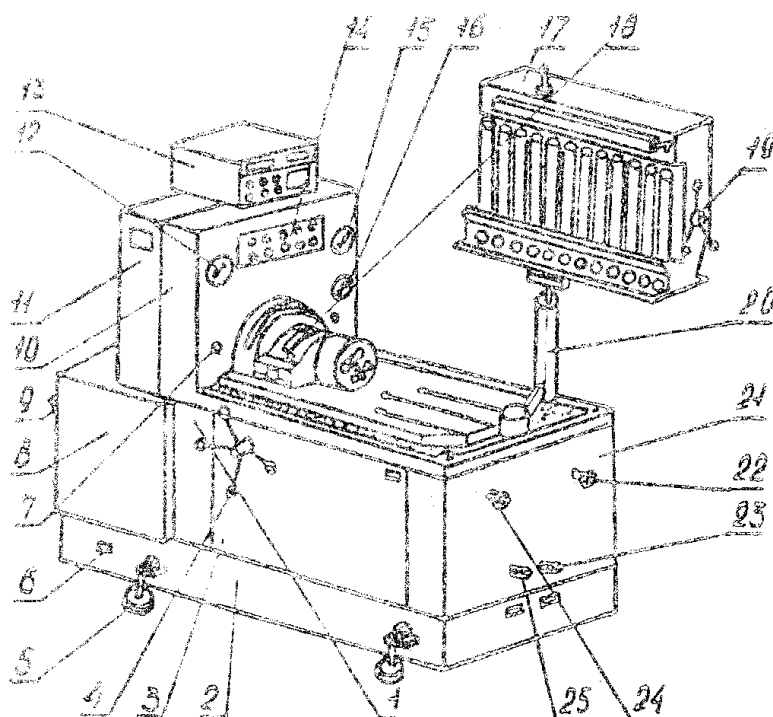


Рисунок 23 – Стенд для испытания дизельной топливной аппаратуры КИ-15711.000.000 М:

1-обшивка; 2-основание; 3-крышка боковая; 4-маховик; 5-опора виброизоляционная; 6-болт М8х25; 7-выключатель; 8-электрошкаф; 9-выключатель автоматический; 10-крышка передняя; 11-крышка задняя; 12-термометр; 13-тахосчетчик; 14-пульт управления; 15-манометр МОШ-1-100-6; 16-манометр МОГ-1-100-40; 17-блок мерный; 18-маховичок; 19-маховик; 20-кронштейн; 21-обшивка; 22,24-дроссель; 23,25-муфта длинная

Выходной вал стенда закрыт двумя крышками: задней 11 и передней 10. На передней крышке 10 установлены: манометр топливной системы 15 с пределами измерения 0 - 4 кгс/см<sup>2</sup>, манометр топливной системы 16 с пределами измерения 0 - 400 кгс/см<sup>2</sup>, термометр ТКП-100 12 с пределами измерения 0 - 100°С, пульт управления 14, два аварийных выключателя 7; сверху на передней крышке установлен тахосчетчик 13, включающий два прибора с цифровой индикацией - тахометр и счетчик циклов.

#### **Выходной вал стенда**

1) Выходной вал (рис.24) предназначен для передачи крутящего момента от гидромотора к испытываемому топливному насосу. Узел выходного вала состоит из литого кронштейна 11, в который на двух подшипниках 14 установлен вал 21 с маховиком 13, на котором выполнена шкала от 0° до 360°. С одной стороны вала 21 установлен гидромотор 10 (насос аксиально-поршневой регулируемый РНП-1П-32/520), с другой стороны на вал установлен червячное колесо 17, к которому крепится безззорная муфта 19, закрытая кожухом 18. К безззорной муфте подсоединяется через переходник кулачковый вал топливного насоса. Между маховиком и червячной шестерней установлены два диска, которые входят в пазы двух фотоэлектрических датчиков 4, 15. Датчик 4 работает совместно с тахометром, и датчик 15 со стробоскопом. Датчик 15 соединен с маховиком 16, который может поворачиваться относительно диска,

закрепленного на валу 21, тем самым обеспечивая изменение фазы поджога стробоскопа; фиксация маховичка 16 в установленном положении обеспечивается кольцом 22.

2) Механизм медленного поворота (рис. 24), установленный на выходном валу, предназначен для плавного, медленного вращения выходного вала (кулачкового вала ТНВД). Механизм состоит из червяка 20, который входит в зацепление с червячным колесом 17 при повороте стакана 3 в эксцентриках 1. Медленное вращение выходного вала производится рукояткой 2. Маховик прикрыт кожухом маховика 12, на кожухе маховика установлен подвижный нониус 9, который стопорится винтом 8. На гидромоторе установлен микровыключатель 5, который обеспечивает блокировку привода стенда и подает сигнал на пульт управления 14 (рис. 23). Блокировка при установке корпуса гидромотора в нейтральное положение: ролик микровыключателя 5 опирается на втулку 7, которая закреплена на оси гидромотора болтом 6.

#### **Механизм управления гидроприводом**

Механизм управления гидроприводом предназначен для изменения частоты вращения выходного вала стенда. В стенде изменение частоты вращения выходного вала производится с помощью регулируемого насоса (от 0 до 1400 мин<sup>-1</sup>), а свыше - с помощью регулируемого гидромотора (насос аксиально-поршневой регулируемый 1РНА 1Р 32/320, от 1400 до 3000 мин<sup>-1</sup>). Механизм управления (рис. 25) насосом включает вал 2, который установлен на двух корпусах 3. На валу 2 установлена звездочка 4, которая цепью связана со звездочкой механизма управления насосом 1РНА 1Р 32/320. Маховик 1 устанавливается на концах валов.

Управление гидромотором производится непосредственно маховичком механизма ручного управления (рис. 11.2).

#### **Блок мерный**

Блок мерный (рис. 26) предназначен для замера производительности секции ТНВД. Блок мерный состоит из корпуса 18, в который, применяя сменные втулки и кольца, устанавливаются форсунки различных типов. Крепление форсунок ФН6-2Х25, ФН6 205, 4ТЗ, 6Т2, ЯЗДА, 6А1 производится попарно планкой 20, а форсунок ФД-22 планкой.15711.000.059М из комплекта сменных частей, шпилькой 19 и гайкой 21. Рамка 22 с двумя рядами сосудов СТА 11, 12 выполнена поворотной для обеспечения заполнения и слива топлива из сосудов СТА.

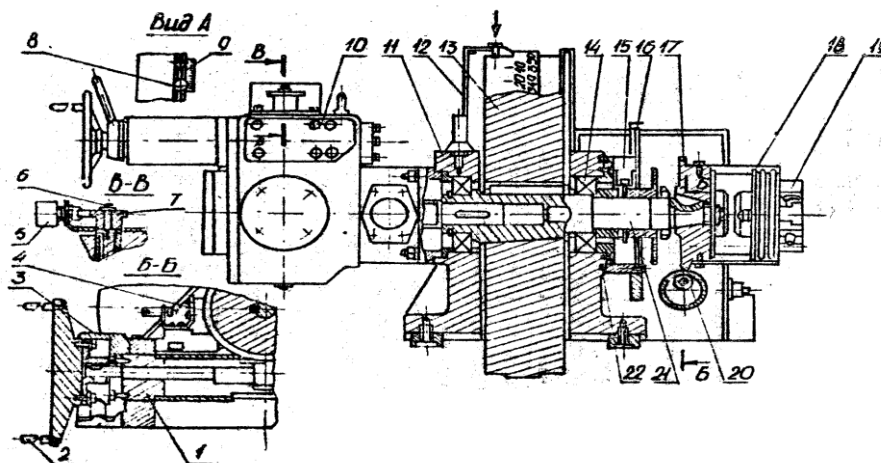


Рисунок 24 – Выходной вал с кронштейном:

1-эксцентрик; 2-рукоятка; 3-стакан; 4-датчик; 5-микровыключатель; 6-болт; 7-втулка; 8-винт; 9-нониус; 10-насос аксиально-поршневой регулируемый; 11-кронштейн; 12 –кожух маховика; 13–маховик; 14–подшипник 80209; 15–датчик фотоэлектрический; 16–маховичок; 17–колесо червячное; 18–кожух; 19–муфта; 20–червяк; 21–вал; 22–кольцо.

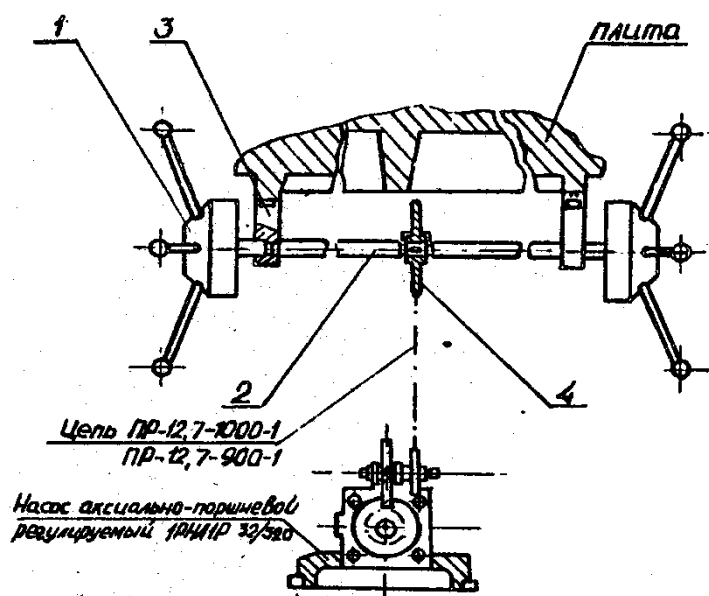


Рисунок 25 – Механизм управления:  
1–маховик; 2–вал; 3–корпус; 4–звездочка.

Гнезда форсунок закрыты стеклянными стаканами-отстойниками 16, которые через прокладку 14 при помощи пружины 15 и зажима 17 крепятся к корпусу 18. Топливо из стакана-отстойника через клапан по трубопроводу 2 поступает к блоку успокоителей 23 и с него поступает на шторку 9. Со шторки 9 топливо стекает по лотку 3 в лоток 13 по трубке 1, а затем в топливный бак.

Рисунок 26 – Блок мерный:

1,2 –трубки; 3 –лоток; 4 –винт; 5 –электромагнит; 6 –разъем; 7 –толкатель; 8 –рычаг; 9 –шторка; 10 –светильник; 11,12 –сосуды; 13 –лоток; 14 –прокладка; 15 –пружина; 16 –стакан отстойник; 17 –зажим; 18 –корпус; 19 –шпилька; 20 –планка; 21 –гайка М10; 22 –рамка; 23 –блок успокоителей.

При включении электромагнита 5 толкатель 7 поворачивает рычаг 8, который закреплен на оси шторки.

Шторка 9 смещается влево и топливо из блока успокоителей 23 заполняет сосуды СТА 11 или 12. Сосуды СТА перед замером устанавливаются в наклонное положение (19°) для обеспечения заполнения их без вспенивания топлива. При считывании показаний на сосудах СТА, рамка 22 с сосудами СТА устанавливается в вертикальное положение маховиком 19 (см. рис.23). Слив топлива из сосудов СТА в лоток 13 производится поворотом маховика 19 (см. рис. 23) по часовой стрелке на 180°. На мерном блоке установлен светильник 10, предназначенный для освещения сосудов СТА. Для регулировки положения шторки 9 имеется винт 4. Электропитание мерного блока производится через разъем 6.

### ***Система топливоподачи стенда***

Для испытания топливной аппаратуры в стенде предусмотрены системы низкого и высокого давления (рис.27).

Система высокого давления включает: стендовый насос И1, гидроклапан давления КП1, который работает как предохранительный клапан, дроссели ДР1, ДР2, фильтр-

гидроаккумулятор АК1, состоящий из двух фильтрующих элементов тонкой очистки топлива, клапанную коробку А1 и корпус датчика температуры ДТ1 с датчиками температуры термометра ТКП-50 и реле температуры РНТ-1, трубопроводы высокого давления.

Стендовый насос производительностью 5,0 л/мин (при  $P=3,0$  МПа) расположен непосредственно в топливном баке. Привод стендового насоса производится от электродвигателя 4А80А6У3 через упругую муфту.

С помощью стендового насоса можно осуществлять подогрев топлива, испытывать ТНВД без штатных топливоподкачивающих насосов, подавать топливо под давлением к ТНВД для регулировки угла начала нагнетания, подачи топлива секциями ТНВД, определять давление подъёма нагнетательных клапанов, а также испытывать шестеренчатые подкачивающие насосы и фильтры.

Предохранительный клапан (гидроклапан давления КП1) отрегулирован на давление 3,0 МПа. Клапан служит для перепуска топлива из системы высокого давления в бак, при повышении давления в системе выше 3,0 МПа установлен предохранительный клапан на крышке фильтра-гидроаккумулятора.

Дроссель ДР2 позволяет изменять количество подаваемого топлива в головку насоса, дроссель ДР1 служит для перекрытия трубопровода высокого давления при прогреве топлива в баке от стендового насоса до необходимой температуры.

В клапанной коробке А1 установлены два обратных клапана и предохранительный клапан, отключающий манометр МН2 при давлении свыше 0,5 МПа. Манометр МН1 высокого давления рассчитан на давление до 4,0 МПа. Манометр показывает давление топлива в топливном канале испытываемого насоса. Для сглаживания пульсации давления топлива перед обоими манометрами поставлены демпферы.

В испытываемой системе можно поднимать давление до 3,0 МПа (давление срабатывания предохранительного клапана). Нижнее значение давления (постоянный подпор) достигается при условии, когда дроссель ДР2 открыт, топливо сливается в бак. Постоянный подпор необходим при испытании топливоподкачивающих насосов шестеренчатого типа.

Система низкого давления используется для испытания ТНВД со штатными топливоподкачивающими насосами, для испытания топливоподкачивающих насосов поршневого типа.

Система низкого давления включает в себя: топливный бак, выполненный в основании А3, фильтр грубой очистки, фильтр тонкой очистки, манометр МН2, мерный блок А5, трубопроводы низкого давления, ротаметр А7.

Топливный бак емкостью 45 л расположен в нижней части стенда. В баке установлены: два фильтрующих элемента грубой очистки топлива, стендовый насос и теплообменник.

Измерение производительности испытываемых топливоподкачивающих насосов и фильтров производится с помощью ротаметра А7, который устанавливается на плите стенда. Диапазон измерения расхода дизельного топлива ротаметром от 1,0 до 4,0 л/мин.

Давление и разрежение, развиваемое испытываемым топливоподкачивающим насосом, определяется с помощью манометра МН3 и вакуумметра ВК, входящих в блок ротаметра А7.

Рисунок 27 – Система топливоподачи гидравлическая принципиальная:

АК1 – фильтр-гидроаккумулятор; ДР1, ДР2 – дроссель; ДТ1 – корпус датчика температуры; КП1 – гидроклапан давления; МН1 – манометр МОГ-I-ЮО-40; МН2 – манометр МОГ-I-ЮО-6; М1 – насос БГ 12-41; Ф1 – фильтр ФТ I50А; А1 – коробка клапанная; А2 – цилиндр мерный; А3 – основание; А4 – блок грязного топлива; А5 – блок

мерный; А6 - блок манометров; А7 - блок ротаметра; ВК -мановакуумметр;  
- манометр МПЗ-У-100-6.

МНЗ

Производительность насосных секции испытываемого ТНВД определяется с помощью сосудов СТА емкостью 40 и 135 мл.

Для поддержания рабочей температуры топлива в стенде предусмотрена система термостабилизации, состоящая из теплообменника, вентиля мембранного с электромагнитным приводом (Т26264 dy=15мм), трубопроводов и реле температуры РНТ-1.

Измерение температуры топлива перед головкой ТНВД производится с помощью термометра ТКП-50 12 (рис.23).

Сигнал на управление мембранным вентилем поступает от реле температуры РНТ-1, расположенного внутри стенда на раме. Датчики температуры термометра и реле температуры расположены в корпусе датчика температуры.

Датчик реле температуры РНТ-1 установлен в защитный штуцер, который заполнен маслом.

Топливопроводы низкого давления изготовлены из прозрачной полимерной трубки, что позволяет обнаружить наличие воздуха в системе низкого давления. Для определения уровня топлива в топливном баке установлен маслоуказатель жезловой.

#### **Система гидропривода стенда**

Гидропривод стенда (рис.28) состоит из бака, выполненного в основании, регулируемых насосов НА2, НМ1, фильтра А1, клапанов предохранительных КП2 и КП3, теплообменника АТ2. электродвигателя.

Гидропривод собран по замкнутой (закрытой) схеме. Насос НА2 и гидромотор НМ1 (насос аксиально-поршневой регулируемый РНА 1Р 32/320) соединены трубопроводами высокого давления (обозначены на схеме утолщенной линией). Насос подпитки из бака, расположенного в основании стенда А3, подает рабочую жидкость (масло) во всасывающую магистраль. Давление подпитки 10 МПа регулируется клапаном КП3. Избыток рабочей жидкости, поступающей от насосов подпитки, а также утечки со всех агрегатов гидропривода сливаются в бак А3.

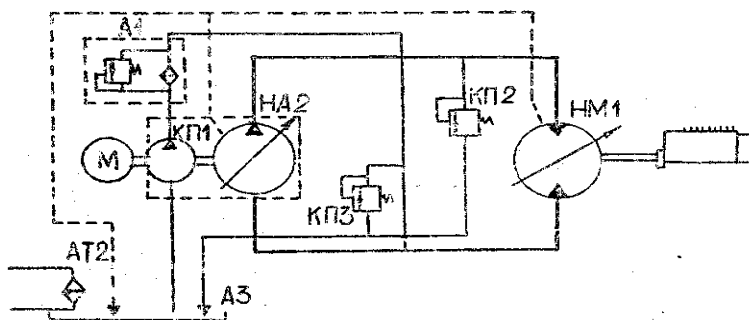


Рисунок 28 – Схема гидропривода гидравлическая принципиальная:

А3 - основание; АТ2 - теплообменник; КПА - клапан; КП2 - клапан; НА2 - насос аксиально-поршневой регулируемый; НМ1 – гидромотор (насос аксиально-поршневой регулируемый); А1 - фильтр.

Система дренажа обозначена на схеме пунктирными линиями. Фильтрация рабочей жидкости производится фильтром А1.

Регулирование скорости режима выходного вала стенда производится с помощью изменения производительности насоса НА2, а при частоте вращения более 1400 мин<sup>-1</sup> - гидромотором НМ1 (насос аксиально-поршневой регулируемый РНА 1Р 32/320).

### ***Система термостабилизации стенда***

Система термостабилизации стенда, предназначена для поддержания температуры топлива, поступающего в головку ТНВД в заданных пределах 20-45°C, а также для поддержания температурного режима масла в гидроприводе.

Система термостабилизации стенда состоит из двух теплообменников, установленных в топливном и масляных баках, мембранного вентиля с электромагнитным приводом Т26264, реле температуры РНТ-1.

Подача охлаждающей воды в теплообменник топливного бака производится при включении вентиля Т26264 в зависимости от температуры, установленной в реле температуры РНТ-1. Подвод воды в теплообменник гидропривода производится постоянно.

При работе стенда без подключенной системы водоснабжения датчик температуры в РНТ-1 должен быть установлен в положение максимальной температуры срабатывания 60°C.

### ***Электрооборудование стенда***

Расположение электрооборудования приведено на рис. 29

В электрооборудование стенда входят:

- электрошкаф (ЭШ);
- пульт управления (ПУ);
- электродвигатель гидропривода (М1);
- электродвигатель стендового подкачивающего насоса (М2);
- эл.мембранный вентиль системы термостабилизации (УА1);
- датчик реле температуры (ВК1);
- тахосчетчик КИ-15715 (А1);
- стробоскоп КИ-15718 (А6);
- датчик частоты вращения (А2);
- датчик стробоскопа (А3);
- электрооборудование мерного блока (А7): а) электромагнит (УА2), б) лампа подсветки (А8), в) разъёмы, мерного блока (ХР13), ХР10 и ХР11.

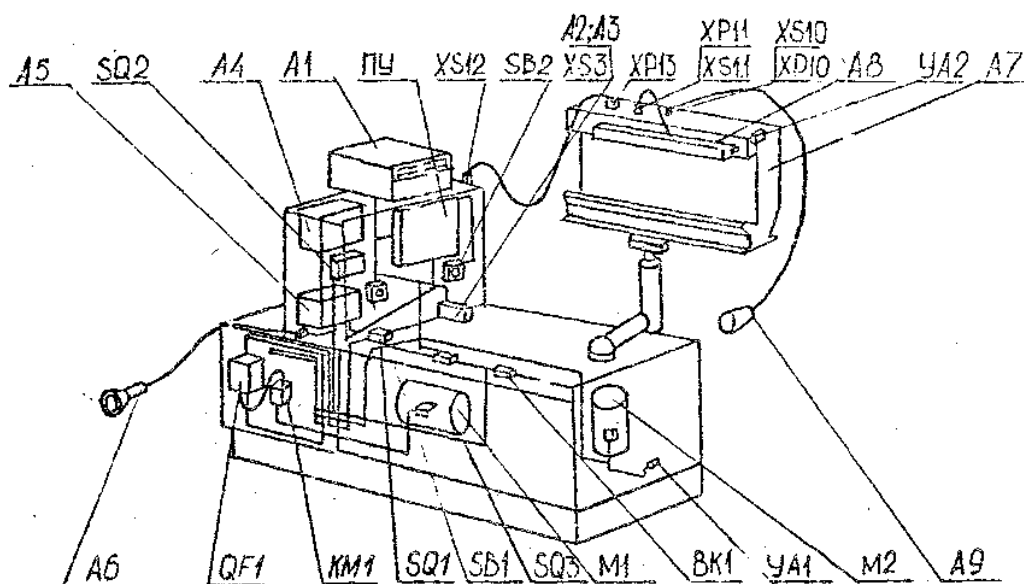


Рисунок 29 – Электрооборудование стенда:

А1 - тахосчетчик; А2 - датчик; А3 - датчик фотоэлектрический; А4 - реле температуры; А5 - блок питания, стробоскопа; А6 - стробоскоп; А7 - мерный блок; А8 - светильник; А9 - светильник местного освещения; ВК1 - датчик температуры; ВМ1 -

пускатель; М1 - двигатель; М2 - двигатель; QF1 -выключатель; SB1, SB2 - кнопка "ОБЩИЙ - СТОП"; SQ1... SQ3 - микровыключатель; XP10, XPH-вилка РШ-2Н-1-5; XP13-вилка РША ВБП-6; XS10, XS11 -розетка РГ1Н-1-1; XS12- розетка РША1ПБ-6; УА1 - вентиль мембранный; УА2-электромагнит

### ***Органы управления стендом***

1) Органы управления работой стенда расположены на пульте управления, на тахосчетчике КИ-15715, а также в виде маховичков и кнопок на стенде.

Пульт управления стендом расположен в верхней части передней крышки 10 (см.рис. 23).

Пульт управления стендом включает управление тремя системами стенда: топливной системой, гидроприводом и стробоскопом.

Гидропривод включает: две кнопки ПУСК и СТОП для включения и отключения электродвигателя гидропривода, две сигнальные лампы РАБОТА и БЛОКИРОВКА.

Сигнальная лампа РАБОТА загорается при включении электродвигателя гидропривода.

Сигнальная лампа БЛОКИРОВКА загорается при блокировке привода от:

- механизма медленного поворота выходного вала (червяк введен в зацепление с червячным колесом);

- механизма управления насосом;

- механизма управления гидромотором.

Топливная система включает: две кнопки ПУСК и СТОП для включения и отключения стендового топливоподкачивающего насоса.

Сигнальная лампа РАБОТА загорается при включении электродвигателя стендового насоса.

Сигнальная лампа ОХЛАЖДЕНИЕ загорается, когда температура топлива выше установленной в реле температуры РНТ-1.

Сигнальная лампа СЕТЬ загорается при подаче напряжения в электрошкаф стенда автоматическим выключателем 9 (рис. 23).

Переключателем СТРОБОСКОП производится включение (ВКЛ) и отключение (ВЫКЛ) стробоскопа.

2) Тахосчетчик имеет табло: табло тахометра ОБОРОТЫ/МИН и табло счетчика циклов ЦИКЛЫ.

Ниже табло расположены органы управления тахосчетчиком: выключатель СЕТЬ, переключатель КОНТРОЛЬ - РАБОТА, задатчик циклов ЦИКЛЫ, кнопки СБРОС и ПУСК и сигнальные лампы СЕЛЕКТОР и КОНТРОЛЬ.

Включателем СЕТЬ производится включение или отключение тахосчетчика от питающей сети,

В положении переключателя КОНТРОЛЬ контролируется работоспособность тахометра, на его табло ОБОРОТЫ/МИН должны индизировать числа "3125" или "3126",

В положении переключателя РАБОТА производится измерение частоты вращения выходного вала,

Кнопкой СБРОС табло ЦИКЛЫ обнуляются и одновременно отключается электромагнит мерного блока.

Кнопкой ПУСК включается в работу счетчик циклов и одновременно включается электромагнит мерного блока. Задатчиком ЦИКЛЫ задается необходимое количество циклов, за которые замеряется производительность секций ТНВД.

Сигнальная лампа СЕЛЕКТОР индизирует процесс счета (должна мигать при вращении выходного вала).

Сигнальная лампа КОНТРОЛЬ включается при работе счетчика цикла (электромагнита мерного блока).

Измерение частоты вращения выходного вала от 0 до 1400 мин<sup>-1</sup> производится при вращении на 10 оборотов маховика 4 насоса (РНА 1Р 32/320) против часовой стрелки (рис.23).

Измерение частоты вращения выходного вала более 1400 мин<sup>-1</sup> производится гидромотором (насос аксиально-поршневой регулируемый РНА 1Р 32/320) с помощью маховичка механизма ручного управления. В период пуска гидропривода гидромотор должен быть установлен на максимальный рабочий объем, т.е. маховичок механизма ручного управления должен быть повернут на 10 оборотов от нейтрального положения.

Нейтральное положение сигнализируется лампой на пульте управления БЛОКИРОВКА. При вращении маховичка механизма ручного управления гидромотора, когда качающий корпус гидромотора проходит нейтральное положение, меняется направление вращения гидромотора. При вращении маховичка механизма ручного управления гидромотора от нейтрального положения против часовой стрелки, направление вращения выходного вала также против часовой стрелки (если смотреть со стороны муфты стенда).

Возможно увеличение диапазона регулирования частоты вращения маховиком 4 (рис.23) более 1400 мин<sup>-1</sup>, при этом рабочий объем гидромотора должен быть уменьшен маховичком механизма ручного управления. Дроссель 22 (рис.23) предназначен для регулировки подачи (давления) дизельного топлива перед ТНВД. Величина давления дизельного топлива перед ТНВД определяется манометром 15 или 16 (рис. 23).

Дроссель 24 (рис. 23) предназначен для перекрытия подвода топлива в ТНВД (используется для подогрева дизельного топлива стендовым насосом).

Кнопка 7 (рис.23) расположена с обеих сторон стенда и служит для аварийного отключения всех агрегатов стенда.

Маховичком 18 (рис. 23) устанавливается фаза поджога стробоскопа.

### **Изучить устройство и принцип работы регулятора дизеля ЯМЗ**

Устройство регулятора показано на рис. 30. Ведущая шестерня 36, соединенная с кулачковым валом насоса при помощи втулки и резиновых сухариков 37, вращает державку 33 с грузами 2, которые перемещают муфту 4. С другой стороны муфта через радиально-упорный шарикоподшипник соединена с пятой 15, которая шарнирно связана с рычагом 11 рейки и рычагом 14 регулятора. Центробежная сила грузов, передаваемая муфте 4, уравнивается давлением рычага на торец пяты. Кроме того, на этот рычаг при помощи винта 20 давит двуплечий рычаг 22, к которому шарнирно прикреплен конец пружины 21 регулятора. Другой конец пружины присоединен к рычагу 21, жестко связанному с наружным рычагом 26 управления регулятором. Нижний конец рычага 11 шарнирно соединен с кулисой 6, а верхний - через тягу 29 с рейкой 30. Рычаг рейки постоянно подтягивается в сторону насоса слабой пружиной 28. В рычаг 14 там, где передается усилие на пята, ввернут на резьбе корректор 13.

Регуляторы дизелей ЯМЗ-240 и ЯМЗ-240Н дополнительно имеют клин 12 с рычагом и пружинами для обогащения подачи топлива при пуске. На дизелях ЯМЗ-238, ЯМЗ-238НБ и ЯМЗ-240Б такого клина нет.



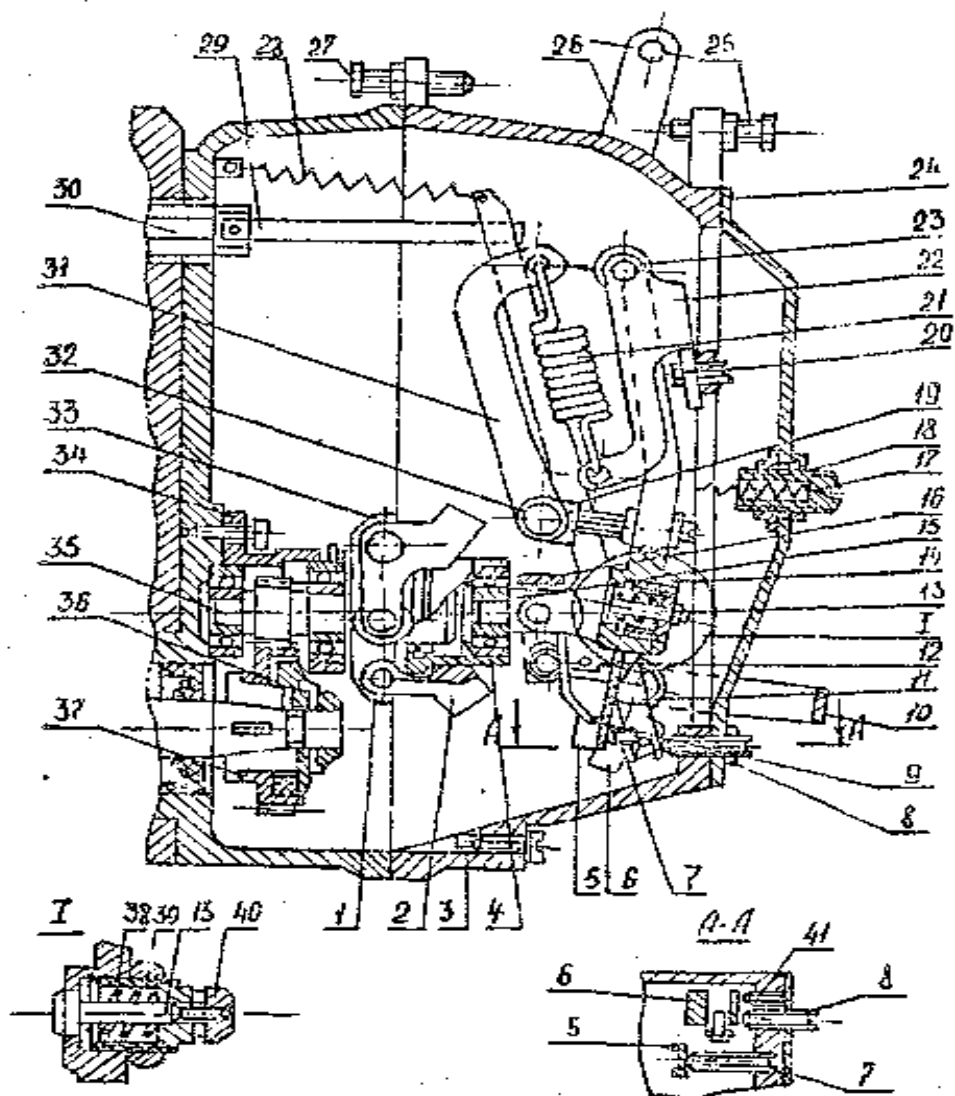


Рисунок 30 – Регулятор дизелей ЯМЗ:

1 - ось груза; 2-груз; 3-крышка регулятора; 4-муфта; 5-рычаг клина; 6-кулиса; 7-винт рычага; 8-винт подрегулировки мощности /общей подачи топлива/; 9- пружина рычага клина; 10- скобка; 11-рычаг рейки; 12-клин регулятора; 13-корректор регулятора /кроме дизеля ЯМЗ-240Б/; 14-силовой рычаг ; 15- пята; 16- серьга; 17-буферная пружина; 18- корпус буферной пружины; 19- болт ограничения номинальной подачи; 20-винт двуплечего рычага; 21- пружина регулятора; 22- двуплечий рычаг; 23-ось; 24-крышка смотрового люка; 25-болт ограничения минимальной частоты вращения коленчатого вала при холостом ходе; 26-рычаг управления регулятором; 27-болт ограничения максимального скоростного режима; 28-пружина рычага рейки; 29-тяга; 30-рейка топливного насоса; 31-рычаг пружины; 32- вал рычага ; 33- державка грузов ; 34-стакан ; 35- валик державки грузов; 36-ведущая шестерня; 37-резиновый сухарь; 38 - пружина корректора; 39 - корпус корректора; 40 - гайка; 41- винт кулисы; I - корректор регулятора дизеля ЯМЗ-240Б

**Провести испытание и регулировку топливного насоса дизеля ЯМЗ-240БМ**

*Проверка работы стенда*

Перед началом испытания в присутствии мастера производственного обучения или преподавателя провести проверку работы стенда в такой последовательности:

- 1) Включить электропитание автоматическим выключателем (рис. 23);
- 2) Включить электропитание тахосчетчика выключателем СЕТЬ;
- 3) Переключатель тахосчетчика установить в положение КОНТРОЛЬ (на табло тахометра должно индицировать число "3125" или "3126");
- 4) Переключатель тахосчетчика установить в положение РАБОТА;
- 5) Установить маховиком гидромотора максимальный рабочий объем (до упора вправо или влево в зависимости от направления вращения); следует иметь в виду, что в насосах дизелей ЯМЗ-240, ЯМЗ-240Н, ЯМЗ-240БМ и ЯМЗ-240Б направление вращения кулачкового вала – против хода часовой стрелки (если смотреть со стороны привода), в остальных – по ходу стрелки;
- 6) Установить маховик 4 (рис.23) вправо до упора;
- 7) Червяк 20 (рис. 24) поворотом стакана 3 вывести из зацепления с червячным колесом 17 (если не выполнить эту операцию, то будет гореть на панели стенда сигнальная лампа БЛОКИРОВКА и стенд не запустится);
- 8) Нажать кнопку ПУСК на панели ГИДРОПРИВОД пульта управления 14;
- 9) Медленно вращайте маховик (рис. 23) против часовой стрелки и наблюдайте на табло тахосчетчика ОБОРОТЫ/МИН за изменением скорости вращения; при полностью выведенном маховике 4 до упора стенд развивает частоту вращения на выходном валу от 0 до 1400 мин<sup>-1</sup>, а дальнейшее увеличение частоты вращения от 1400 до 3000 мин<sup>-1</sup> осуществляется с помощью маховичка механизма ручного управления гидромотора в сторону нейтрального положения качающего корпуса гидромотора;
- 10) Вращением маховика 4 (рис. 23) по часовой стрелке уменьшить частоту вращения до полной остановки привода;
- 11) Нажать кнопку СТОП на панели ГИДРОПРИВОД пульта управления;
- 12) Отключить электропитание от тахосчетчика выключателем СЕТЬ.

#### ***Установка запаса хода рейки на выключение подачи топлива***

Рычаг 26 (рис. 30) управления регулятором переводится до упора в болт 25 ограничения минимальной частоты вращения холостого хода. Винт 8 вывертывают так, чтобы торец его был на уровне внутренней плоскости корпуса регулятора.

Включить электропитание тахосчетчика, включить электродвигатель гидропривода стенда и маховиком 4 установить частоту вращения кулачкового вала насоса 450. . 500 мин<sup>-1</sup> и определить запас хода рейки.

Для определения запаса хода рейки замечают положение стрелки (прикрепленной к рейке топливного насоса) относительно шкалы линейки (прикрепленной к корпусу насоса) при указанных выше положении рычага 26 и частоте вращения. Затем рукой нажимают на торец рейки, переместив ее в сторону выключения подачи до упора, и тоже замечают положение стрелки относительно шкалы линейки. Разница, полученная в замерах, должна соответствовать запасу хода рейки на выключение и быть в пределах 0,5...1 мм.

При несоответствии запаса хода рейки в указанных пределах винтом 41 кулисы производится его установка. При заворачивании винта 41 запас хода уменьшается, при выворачивании – увеличивается.

Установив необходимый запас хода рейки, остановить стенд, выполнив вышеизложенные требования к остановке стенда.

Результаты внести в таблицу отчета по работе.

#### ***Регулировка начала действия регулятора***

Прежде чем проверить начало действия регулятора, проверяют выступание болта 19 (рис. 30) ограничения номинальной подачи от внутренней плоскости рычага 14,

которое должно быть равным  $13 \pm 0,3$  мм. При несоответствии этой величины выступания, регулировку производят перемещением болта 19.

Рычаг 26 управления регулятором прижимают к болту 27 ограничения максимальной частоты вращения и включают стенд. Плавно увеличивают частоту вращения кулачкового вала насоса и по тахометру стенда определяют значение её в момент начала перемещения рейки 30 в сторону выключения подачи топлива, которое принято считать началом действия регулятора,

Значения номинальной частоты вращения вала привода, соответствующие началу действия регулятора, должны быть в пределах  $980 \dots 995 \text{ мин}^{-1}$ .

Настраивают начало действия регулятора болтом 27. Если частота вращения, соответствующая началу действия регулятора, меньше указанного предела, необходимо вывертывать болт 27 для того, чтобы усилить натяжение пружины 21. При большей частоте вращения болт 27 завертывают. После проведения регулировки уменьшить обороты привода и остановить стенд, выполнив вышеизложенные требования к его остановке.

Результаты внести в таблицу отчета по работе.

#### ***Регулировка величины хода рейки***

Рычаг 26 (рис. 30) управления регулятором прижимают к болту 27. Включают стенд и устанавливают частоту вращения кулачкового вала  $930 \text{ мин}^{-1}$ . Переводя рычаг 26 от положения на упоре в болт 27 до упора в болт 25, определяют перемещение рейки, которое должно быть для насоса дизеля ЯМЗ-240БМ равным  $15 \pm 0,2$  мм. Величина этого перемещения называется ходом рейки и регулируется болтом 19.

При завертывании болта 19 отверткой ход рейки уменьшается при вывертывании - увеличивается.

После регулировки хода рейки проверяют и, если необходимо, настраивают начало действия регулятора.

После проведения регулировки уменьшают обороты и останавливают стенд.

Результаты внести в таблицу отчета по работе.

#### ***Регулировка номинальной подачи топлива***

Рычаг 26 (рис. 30) закрепляют тягой управления регулятора на упоре в болт 27 ограничения максимального скоростного режима.

Включить электродвигатель гидропривода, маховиком 4 установить номинальную частоту вращения кулачкового вала насоса -  $930 \text{ мин}^{-1}$ . Дать поработать насосу до полного удаления из системы низкого давления пузырьков воздуха.

Установить рамку 22 (рис. 26) с сосудах СТА, вращая рукоятку 19 (рис. 23) по часовой стрелке, с наклоном  $19^\circ$  (это положение фиксируется двумя подпружиненными шариками).

Набрать на тахосчетчике на задатчике циклов - 930 циклов и нажать кнопку ПУСК. Электромагнит отодвинет шторку, преграждающую доступ топлива в сосуды СТА и топливо из блоков успокоителей 23 (рис. 26) будет заполнять сосуды СТА. После того, как кулачковый вал ТНВД совершит заданное количество оборотов (число циклов впрысков), электромагнит обесточится и шторка под действием пружины возвратится в исходное положение. На табло ЦИКЛЫ высветятся цифры, обозначающие количество циклов - 930. Для подготовки следующего замера необходимо нажать кнопку СБРОС.

Установить рамку 22 с сосудах СТА рукояткой 19 в вертикальное положение. Объем топлива в сосудах СТА определяется по нижнему мениску на шкале сосудов СТА. Он должен быть  $91 \pm 1 \text{ см}^3$ . Для того, чтобы слить топливо из сосудов СТА, повернуть рукоятку 19 по часовой стрелке на  $180^\circ$ .

При несоответствии объема топлива в сосудах СТА технологическим условиям, регулировку производительности каждой секции насоса проводят поворотом втулки 3

(рис. 31) относительно неподвижного зубчатого венца 7. При этом рейку закрепляют в крайнем положении, переместив вниз "скобу остановки двигателя" и отпускают стяжной винт 5 зубчатого венца. Необходимо учитывать, что при повороте втулки 8 влево относительно риски на зубчатом венце 7 подача топлива уменьшается, вправо - увеличивается.

После регулировки производительности каждой секции на подачу  $91 \pm 1 \text{ см}^3$ , винтом 8 (рис. 30) ограничивают (понижают) подачу топлива до величины  $86 \pm 1 \text{ см}^3$ , т.е. постепенно заворачивая (начиная с 1/2 оборота) и проверяя снижение подачи топлива до этой величины.

По заданию преподавателя или мастера производственного обучения провести регулировку номинальной подачи топлива только для одной секции.

После проведения регулировки уменьшить обороты привода и остановить стенд, выполнив вышеизложенные требования к его остановке.

Результаты внести в таблицу отчета по работе.

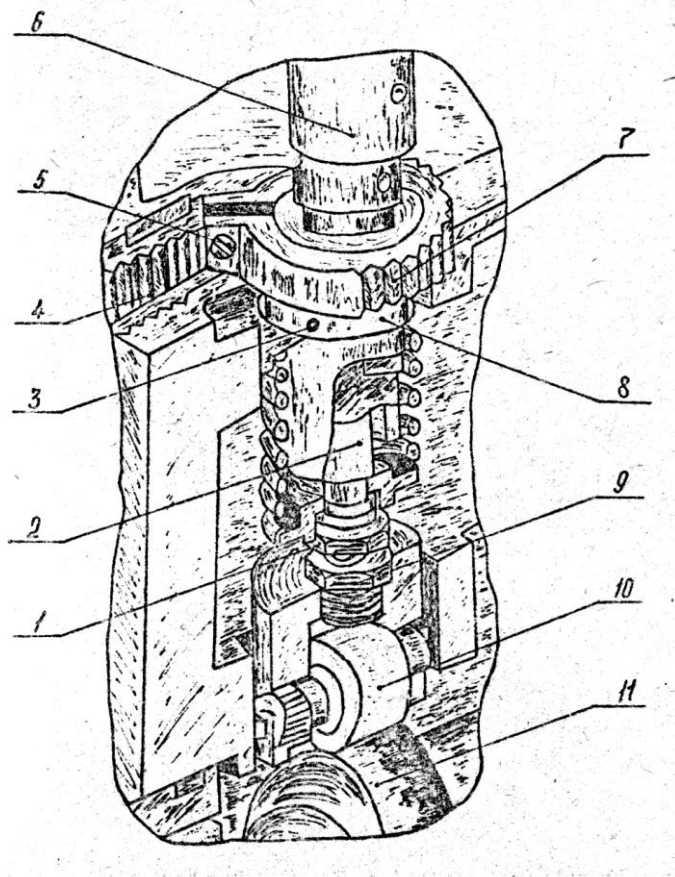


Рисунок 31 – Секция топливного насоса:

1 - болт толкателя плунжера; 2 - плунжер топливного насоса; 3 – отверстие в поворотной втулке плунжера (используемое при регулировке подачи топлива); 4 - рейка топливного насоса; 5 - стяжной винт зубчатого венца; 6 - втулка плунжера; 7 - зубчатый венец; 8 - поворотная втулка плунжера; 9 - контргайка болта толкателя; 10 - ролик толкателя; 11 - кулачковый вал топливного насоса.

### ***Проверка и регулировка угла начала впрыска топлива***

Проверить подключение стробоскопа вилкой к разъёму на крышке задней стенки стенда. Рычаг 26 (рис. 30) должен быть закреплен в положении максимальной подачи топлива (на упоре в болт 27).

Включить стенд и установить частоту вращения кулачкового вала ТНВД  $930 \text{ мин}^{-1}$ .

Включить стробоскоп с помощью переключателя СТРОБОСКОП на пульте управления и направить его на стеклянный стакан-отстойник 16 (рис. 26) первой секции ТНВД.

Проворачивая маховичок 18 (рис. 23) по направлению вращения кулачкового вала насоса ориентировочно установить максимальную длину факела топлива у носика распылителя.

Направьте стробоскоп на маховик 13 (рис. 24) стенда, совместите "0" подвижного нониуса с "0" маховика.

Направьте стробоскоп на стеклянный стакан-отстойник следующей по порядку работы секции и установите минимальную длину факела маховиком 18. Направьте стробоскоп на маховик и определите по шкале маховика угол действительного начала впрыскивания этой секции относительно первой ТНВД. Величина угла начала впрыска топлива для топливного насоса дизеля ЯМЗ-240БМ должна соответствовать заводским.

Считывание показаний производится в зависимости от направления вращения маховика выходного вала. При вращении маховика выходного вала по часовой стрелке считывание производится по первому цифровому ряду шкалы маховика и левой половине шкалы нониуса, при вращении шкалы маховика выходного вала против часовой стрелки считывание производится по второму цифровому ряду шкалы маховика и правой половине шкалы нониуса.

Аналогично определите угол действительного начала впрыска остальных секций ТНВД.

При отклонении снятых показаний от заводских, необходимо отрегулировать угол действительного начала впрыска соответствующих секций.

По заданию преподавателя или мастера производственного обучения отрегулировать угол начала впрыска только одной секции топливного насоса.

Угол начала впрыска топлива регулируется болтом 1 (рис. 31) толкателя 10 при ослабленной контргайке 9. При вывертывании болта 1 топливо будет подаваться раньше, при заворачивании - позже.

Для выполнения этой операции необходимо остановить стенд, проделав вышеизложенные требования к остановке стенда. Затем червяк 20 (рис. 24) поворотом стакана 3 вправо до упора ввести в зацепление с червячным колесом 17 (при этом на панели стенда загорится сигнальная лампа БЛОКИРОВКА). Рукояткой 2 (рис. 24) повернуть кулачковый вал ТНВД так, чтобы толкатель поднял в регулируемой секции болт 1 (рис. 31) и контргайку 9 в крайнее верхнее положение.

При проведении этой регулировки необходимо иметь в виду, что болт 1 может быть вывернут так, что плунжер 2 в верхнем положении будет упираться в нагнетательный клапан. Поэтому после регулировки, необходимо повернуть кулачковый вал ТНВД рукояткой 2 (рис. 24) и убедиться в отсутствии ударов плунжера в клапан. Проверить затяжку контргайки 9 регулировочного болта 1.

Затем выполнить все вышеизложенные операции по проверке угла начала подачи топлива отрегулированной секции ТНВД,

Выключить стробоскоп переключателем на пульте управления и остановить стенд, выполнив вышеизложенные требования к его остановке. Результаты регулировки внести в таблицу отчета по работе.

### ***Проверка и регулировка полного выключения регулятором подачи топлива***

Частота вращения кулачкового вала ТНВД, при которой регулятор должен автоматически выключать подачу топлива насосом через форсунки, должна быть в пределах  $1050 \dots 1100 \text{ мин}^{-1}$ .

Для выполнения этой проверки рычаг 26 (рис.30) должен быть закреплен на упоре в болт 27.

Включить стенд и, плавно увеличивая частоту вращения кулачкового вала ТНВД, наблюдать на табло тахосчетчика частоту вращения, при которой прекращается подача топлива через форсунки.

Для уменьшения частоты вращения, соответствующей выключению подачи топлива через форсунки, вывертывают винт 20 (рис.30) двуплечего рычага, для увеличения - ввертывают.

После настройки полного выключения подачи топлива проверяют и, если необходимо, регулируют начало действия регулятора.

По окончании выполнения этих регулировок остановить стенд, выполнив вышеизложенные требования к его остановке.

Результаты проверки внести в таблицу отчета по работе.

#### ***Регулировка подачи топлива на режимах перегрузки***

Эта операция выполняется при закрепленном тягой рычаге 26 (рис.30) до упора в болт 27.

Включить стенд и, при частоте вращения кулачкового вала ТНВД  $770 \text{ мин}^{-1}$  провести замер средней подачи топлива по секциям, которая должна соответствовать величинам  $94...98 \text{ см}^3$ . При этом на тахосчетчике набирается число - 770 циклов. Остальные операции выполняются так, как изложено в разделе 4.3.5.

Средняя подача топлива по секциям подсчитывается по формуле:

$$K_{CP} = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6 + K_7 + K_8 + K_9 + K_{10} + K_{11} + K_{12}}{12},$$

где  $K_1...K_{12}$  - подача топлива, соответствующая каждой секции насоса.

При необходимости проводится регулировка - изменением положения корпуса корректора. Ввертывая корпус - увеличивают подачу, вывертывая - уменьшают.

Если изменением положения корпуса не удастся получить необходимую величину подачи топлива, то изменяют количество регулировочных шайб или заменяют пружину. Эти регулировки выполняются только по указанию и в присутствии преподавателя или мастера производственного обучения.

Результаты регулировки внести в таблицу отчета по работе.

#### ***Регулировка подачи топлива на режимах пуска***

Проверить, чтобы рычаг 26 стоял на упоре в болт 27 (рис. 30). Пусковую подачу топлива проверяют при  $80 \pm 10 \text{ мин}^{-1}$  кулачкового вала ТНВД. Все операции по проверке пусковой подачи топлива выполняются на стенде аналогично описанным в п. 4.3.5. Номинальная величина пусковой подачи топлива должна быть не менее  $18 \text{ см}^3$ . Регулируют подачу винтом 41 только в сторону увеличения. Повторно проверяют подачу топлива на номинальном режиме и, если необходимо, регулируют ее болтом 19. Проверяют начало действия регулятора и, если необходимо, регулируют болтом 27.

По окончании выполнения этих регулировок остановить стенд, выполнив вышеизложенные требования к его остановке и внести результаты в таблицы отчета по работе.

#### ***Установка болта ограничения минимальной частоты вращения холостого хода***

Перед проведением этой регулировки вывертывают болт 25 (рис.30) ограничения минимальной частоты вращения холостого хода на  $3...5$  оборотов. Рычаг 26 управления регулятором поворачивают до упора в болт 25.

Включают стенд и сообщают кулачковому валу ТНВД частоту вращения  $225...275 \text{ мин}^{-1}$ .

Ввертывая болт 25, наблюдают, в каком положении рычага 26 включается подача топлива через форсунки. Затем вывертывают болт 25 до положения, при котором подача топлива выключается, и фиксируют его в таком положении контргайкой. Для того, чтобы четче уловить моменты выключения и включения подачи топлива через форсунки на задатчике циклов тахосчетчика набрать наибольшую цифровую величину. При этом шторка, преграждающая доступ топлива в сосуда СТА, будет дольше открыта.

Закончив регулировку, уменьшить частоту вращения до полной остановки маховика привода кулачкового вала ТНВД, выключить все системы по вышеизложенным требованиям.

## **2.2 Лабораторная работа №2 (2 часа).**

**Тема: «Дефектация и ремонт агрегатов электрооборудования (генераторов, реле – регуляторов) на стенде КИ – 968»**

**2.2.1 Цель работы:** испытать генераторы постоянного и переменного тока, генераторных установок и реле-регуляторов

### **2.2.2 Задачи работы:**

1) Ознакомится с устройством и назначением универсального контрольно-испытательного стенда КИ-968 ГОСНИТИ, прибора для проверки ИРН и портативного дефектоскопа ПДО-1.

2) Практически освоить методику испытания генераторов, генераторных установок и реле-регуляторов.

### **2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Универсальный контрольно-испытательный стенд КИ-968 ГОСНИТИ.
2. Прибор для проверки ИРН и дефектоскоп ПДО-1.
3. Генераторные установки (17.3701., 13.3701. и др.), генераторы переменного тока (типа Г 250), генераторы постоянного тока (Г 214А1, Г 108 др.).
4. Реле-регуляторы РР 362А, РР 362, РР 362Б, РР 350.
5. Ключи рожковые (8х10, 6х8), щупы (0,02....0,5; 0,5....2 мм), отвертки, пружинный динамометр (10Н), тахометр центробежный ТЧ10-Р

### **2.2.4 Описание (ход) работы:**

**Ознакомиться с назначением и устройством контрольно-испытательного стенда КИ-968 ГОСНИТИ, прибора для проверки ИРН и дефектоскопа ПДО-1**

Стенд КИ-968 ГОСНИТИ предназначен для контроля и регулировки агрегатов автотракторного электрооборудования в условиях ремонтной мастерской.

На стенде (рис. 32) можно испытывать генераторы постоянного тока мощностью до 0,5 кВт (напряжение 12 и 24 В), генераторы переменного тока, стартеры мощностью до 5кВт, магнето, реле-регуляторы, прерыватели – распределители, катушки зажигания и другое электрооборудование.

Приводные валы стенда вращаются от двухскоростного электродвигателя трехфазного тока мощностью 1,7/2,2 кВт с числом оборотов 1400 и 2800 мин<sup>-1</sup> через клиноременную передачу с раздвижными шкивами вариатора и через планетарный редуктор. Планетарный редуктор с передаточным отношением 10:1 снижает частоту вращения приводных валов стенда до 55 мин<sup>-1</sup>. Частота вращения валов контролируется электротахометром. Показания тахометра при выключенном планетарном редукторе соответствуют действительному числу оборотов приводных валов, а при включении редуктора эти показания уменьшают в 10 раз.

Частоту вращения приводных валов на первой скорости электродвигателя ( $1400 \text{ мин}^{-1}$ ) при включенном планетарном редукторе можно изменить в пределах от 55 до  $330 \text{ мин}^{-1}$ , а при выключенном редукторе – от 550 до  $3300 \text{ мин}^{-1}$ . На второй скорости ( $2800 \text{ мин}^{-1}$ ) при включенном планетарном редукторе частоту вращения можно изменить в пределах  $1100\text{-}3000 \text{ мин}^{-1}$ , при этом планетарный редуктор включать нельзя. Маркировка приборов контроля и управления стендом КИ-968, используемого при выполнении работы, соответствует позициям рис. 32 и рис. 33. Электрическая схема стенда (рис. 36) обеспечивает питание проверяемых агрегатов от сети и от батареи, а также контроль тока и напряжения в цепях. При изучении схемы следует пользоваться расшифровкой условных обозначений: М- электродвигатель; ПР – плавкие предохранители; КПВ – кнопка левого вращения электродвигателя; КПН – кнопка правого вращения; КС – кнопка «стоп»; Н – правое вращение; В – левое вращение; ТГ – тахогенератор; Т – тахометр; КЗ – катушка зажигания; ИУК – измеритель угла контактов; Б – батарея; Г – генератор; С – стартер; Ш – шунт; R – сопротивление;  $R_n$  – регулируемое сопротивление; БП – блок-переключатель;  $C_p$ ,  $C_2$ ,  $C_x$  – конденсаторы;  $L_{n1}$ ,  $L_{n2}$  – лампы неоновые;  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  – выводы обмоток статора электродвигателя; Д – диод; К – кнопка ИУК; ИСК – 1, ИСК – 2 – разрядники; Ш1, Ш2 – дополнительные шунты; Л – сигнальные лампы; ВС – выпрямитель селеновый; Р – рубильник; ПЗ – переключатель зарядки; П1 – магнитный реверсивный пускатель; П2, П4, П5, П6 – переключатели. (Числовые позиции те же, что и на рис. 32).

Усовершенствование системы энергоснабжения тракторов и автомобилей привело к новому качественному их изменению. Применявшиеся ранее системы питания, состоящие из дискретных элементов – генератора, контактно – транзисторного или транзисторного регулятора напряжения, размещенных отдельно друг от друга, заменяются в настоящее время генераторной установкой, состоящей из генератора со встроенными выпрямителями и интегрального регулятора напряжения (ИРН).

Впервые генераторные установки, со встроенными ИРН марки Я 112Б, были применены на тракторах Т-150К. В настоящее время они используются на тракторах практически всех марок, а на автомобилях – генераторные установки с ИРН марок Я 112А, Я 120А, Н 120АТ.

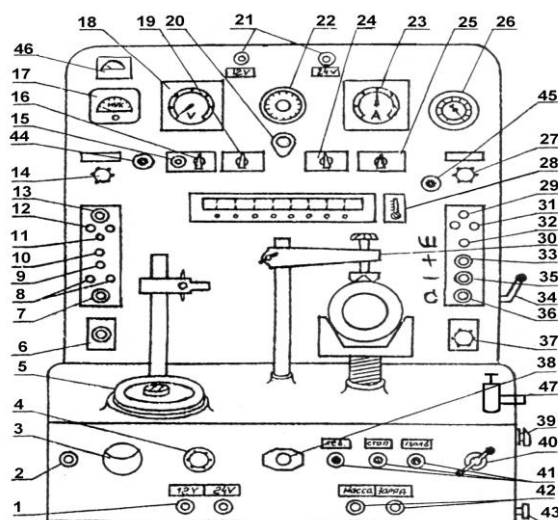
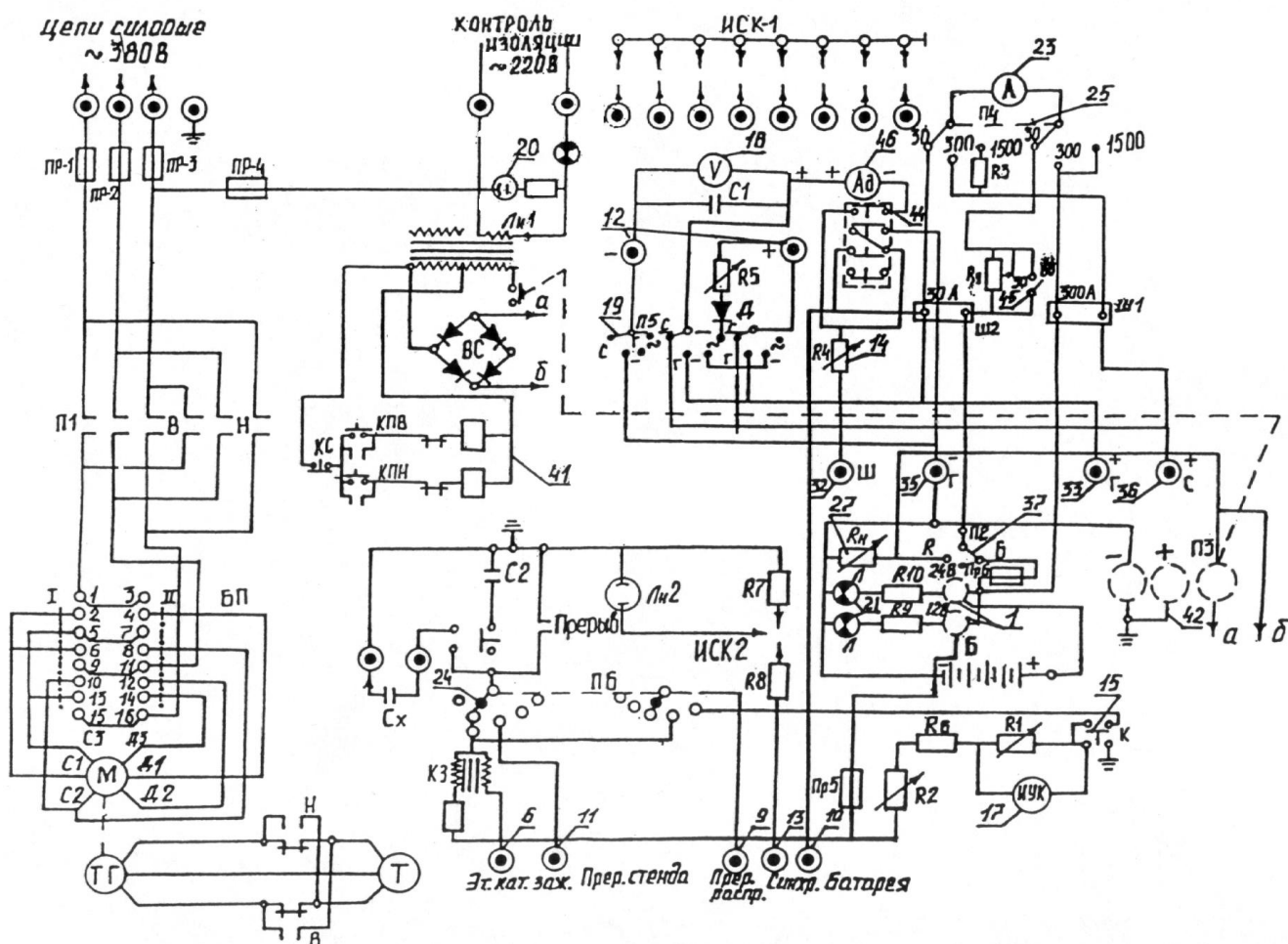


Рисунок 32 – Универсальный контрольно-измерительный стенд КИ-968:

1- переключатель аккумуляторных батарей; 2- рукоятка включения вала синхронографа; 3- эталонный прерыватель; 4- рукоятка вакуумного насоса; 5- синхронограф; 6-вывод высокого напряжения эталонной катушки зажигания; 7- кнопка включения испытуемого конденсатора; 8- зажим для конденсаторов; 9- гнездо для



присоединения вывода распределителя; 10- гнездо батареи; 11- гнездо эталонного прерывателя; 12- гнездо вольтметра; 13- вывод высокого напряжения; 14- рукоятка регулировочного реостата; 15- включатель прибора ИУК; 16- рукоятка сопротивления; 17- измеритель угла замкнутого состояния контактов (ИУЗ); 18- вольтметр; 19- переключатель вольтметра; 20- сигнальная лампа включения стенда; 21- сигнальная лампа аккумуляторной батареи; 22- тахометр; 23- амперметр; 24- переключатель эталонного прерывателя; 25- переключатель шунтов; 26- вакуумметр; 27- рукоятка нагрузочного реостата; 28- рукоятка установки зазора разрядника; 29- контрольная лампа; 30- кронштейн; 31- гнездо для включения контрольной лампы; 32- гнездо «Ш» для включения обмотки возбуждения генератора; 33- клемма «+Г»; 34- рукоятка включения редуктора; 35- клемма «-Г»; 36- клемма «С» для присоединения стартера; 37- переключатель вида нагрузки; 38- кнопка включения стартера; 39- рукоятка переключения скоростей электродвигателя; 40- рукоятка управления вариатором; 41- кнопки включения и остановки электродвигателя; 42- переключатель полярности; 43- рукоятка регулировки натяжения ремней вариатора; 44- переключатель амперметра; 45- выключатель амперметра; 46-



возбуждение генератора. Этому способствует то, что в задней крышке генератора размещен дополнительный выпрямительный блок ЗПВ-13-3 для питания обмотки возбуждения. Общий вид прибора для проверки ИРН приведен на рис.36, а его электрическая схема – на рис.37.

Одной из операций, выполняемых при дефектации ротора и статора генератора, является их проверка на наличие межвиткового замыкания в секциях обмоток. Наличие короткого замыкания в витках обмотки возбуждения и в секциях якоря определяется с помощью портативного дефектоскопа типа ПДО-1.

Портативный дефектоскоп состоит из приемно-сигнального аппарата (рис.38, а) и индукционного аппарата (рис.38, б), размещенных в пластмассовом корпусе. Приемно-сигнальный аппарат состоит из незамкнутого сердечника 6, собранного из листов трансформаторной стали, приемной катушки 7 с неоновой лампой 8. Свечение лампы сигнализирует о наличии напряжения в приемной катушке.

Индукционная катушка 2 намотана на незамкнутый сердечник 1 и питается от внешнего источника, к которому присоединена проводом 5 через прерыватель 3 с нормально-замкнутыми контактами и конденсатором 4 емкостью 0,2 мкф.

При подключении шнура питания к батарее напряжением 12 В по индукционной катушке пойдет ток, намагничивающий сердечник 1. В результате этого подвижный контакт, находящийся на стальной пластинке, преодолеет усилие пружины, притянется к сердечнику и разорвет электрическую цепь. Разрыв и замыкание цепи будут повторяться до тех пор, пока не выключат источник тока.

Под влиянием образующегося переменного магнитного поля в проводниках проверяемых обмоток, находящихся в этом поле, индуцируется э.д.с.

Если витки замкнуты, то под действием э.д.с., по ним проходит переменный электрический ток, который, в свою очередь, создает свое переменное магнитное поле. Это магнитное поле улавливается сердечником 6, и в катушке 7 создается соответствующая э.д.с., вызывающая свечение неоновой лампы. При отсутствии замыканий в проверяемой обмотке ток не индуцируется, приемно-сигнальный аппарат не работает и неоновая лампа не загорается.

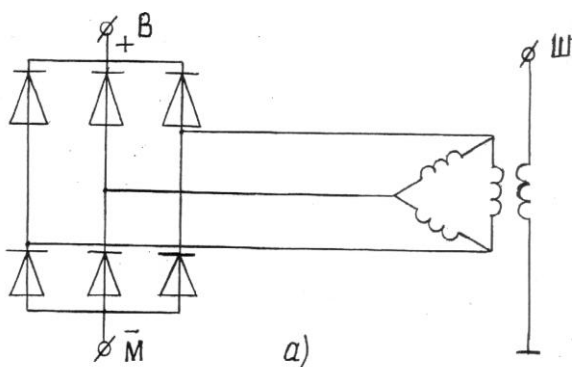


Рисунок 34 – Генераторы постоянного тока: а) Г306; б) Г250

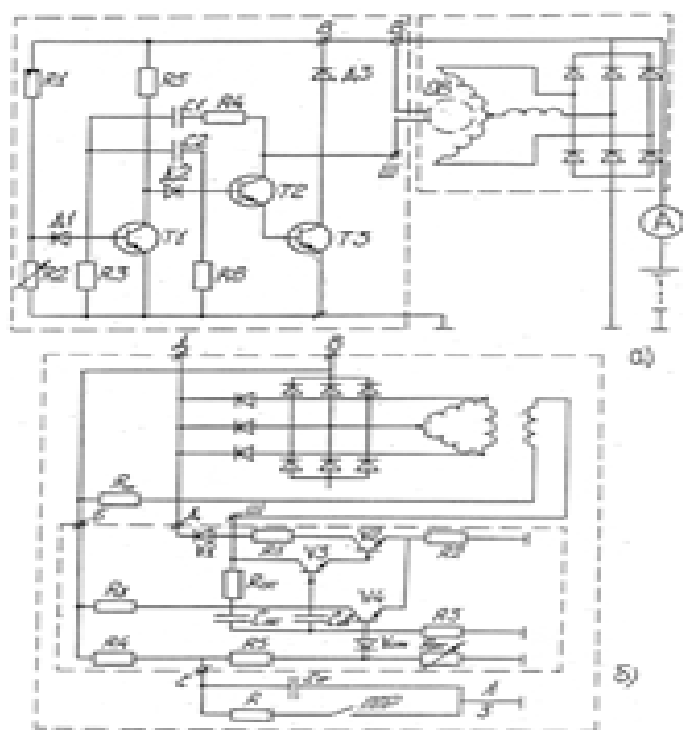


Рисунок 35 – Схема генераторной установки – а) 17.3701; б) 13.3701:  
 $R_B, R_{рег}, R, R_1 \dots R_6, R_n$  – резисторы;  $C_1, C_2, C_f, C_{ос}$  – конденсаторы;  $V_1, V_{ст}, D_1 \dots D_3$  – диоды;  $V_2, V_3, V_4$  – транзисторы;  $B, Ш, С, Б, Д, В_1$  – выводы; ППР – выключатель сезонного резистора; ОВГ – обмотки возбуждения; Л, З – лето, зима.

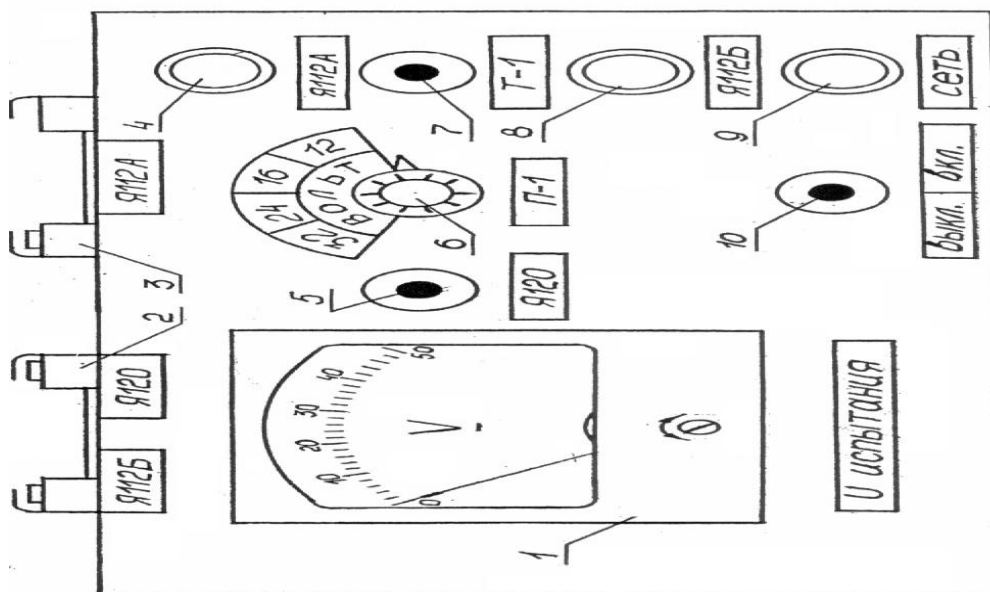


Рисунок 36 – Прибор для проверки интегральных регуляторов напряжения:  
 1 – вольтметр; 2, 3 – гнезда; 4, 8, 9 – сигнальные лампочки; 5, 7, 10 – тумблеры; 6 – переключатель

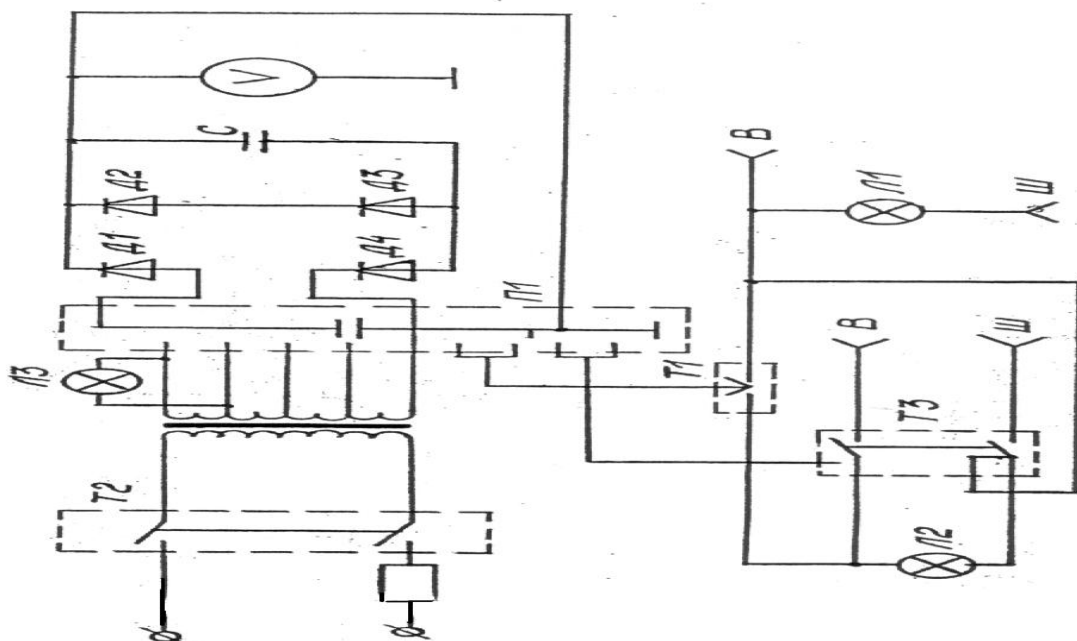


Рисунок 37 – Электрическая схема прибора для проверки ИРН:

Д<sub>1</sub>...Д<sub>4</sub> – диоды; С – конденсатор; Т<sub>1</sub>...Т<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub> транзисторы; В, Ш – выводы; Л<sub>1</sub>...Л<sub>3</sub> – сигнальные лампочки; Т<sub>1</sub>...Т<sub>3</sub> – тумблеры; П<sub>1</sub> – переключатель

Для проверки обмоток на межвитковое короткое замыкание дефектоскоп устанавливают на испытуемый агрегат так, чтобы паз с проверяемой секцией обмотки располагался вдоль прибора и находился между воздушными зазорами сердечников приемно-сигнального и индукционного аппаратов.

**Практически освоить приемы испытания генераторов, генераторных установок и реле регуляторов**

#### **Испытание генератора постоянного тока (Г 214А, Г 108Б)**

*Проверка тока холостого хода и равномерности вращения якоря генератора в режиме электродвигателя*

1) Включить стенд КИ-968 (на щите при этом загорится сигнальная лампа 20), установить генератор (Г 214А, Г 108Б) в крепежное устройство стенда (рис.32) и закрепить его кронштейном 30.

2) Переключатель вольтметра 19 установить в положение «Генератор»

3) Переключатель шунтов 25 установить в положение «30А».

4) Штекер переключателя «Масса-зарядка» 42 установить в положение «масса», а штекер переключателя 1 – в положение «12 В». При этом включится соответствующая сигнальная лампа 21.

5) Рукоятку реостата 14 вращением по часовой стрелке установить в крайнее правое положение.

6) Зажим «Я» якоря генератора соединить с зажимом 33, зажим «Ш» - с гнездом 32 «Ш»

7) Переключатель рода нагрузки 37 из нейтрального положения установить в положение «Батарея» (рукоятку переключателя оттянуть на себя и повернуть вправо). При этом якорь генератора должен равномерно вращаться, без ударов и вибрации.

8) После трех минут работы генератора в режиме электродвигателя при номинальном напряжении проверяют величину потребляемого тока по амперметру 23, а частоту вращения якоря, определяют центробежным тахометром (ТЧ10-Р).

9) Переключатель 37 установить в нейтральное положение.

Полученные данные сопоставить с техническими условиями, которым должен соответствовать проверяемый генератор. Результаты испытания занести в отчет.

Таблица 3 – Генераторы постоянного тока

Показатели		Ед. изм	Марка генератора		
			Г214А	Г108Б	Г12Г
1		2	3	4	5
Число пар полюсов		шт	2	2	2
Мощность		Вт	180	250	220
Номинальное напряжение		В	12	12,5	12,5
Максимальная величина тока нагрузки		А	15	20	18
Сила давления пружин на щетку	Н	9..12,5	6..8	6...8	
Частота вращения якоря, при которой напряжение достигает заданной величины, не более	мин <sup>-1</sup>	1750	1150	1000	
Частота вращения якоря, при которой достигается заданная мощность, не более	мин <sup>-1</sup>	2600	1850	1750	
Ток, потребляемый генератором при работе в двигательном режиме на холостом ходу, не более	А	5	5	5	
Марки машин, на которые установлены генераторы		ДТ-75 СК-4	ГАЗ-20 ГАЗ-51А ЗИЛ-157 ЗИЛ-164А	ЗИЛ-157 ЗИЛ-164	
Направление вращения якоря		правое	правое	правое	

*Проверка начальной (минимальной) частоты возбуждения генератора без нагрузки*

1) Переключатель скорости электродвигателя 39 установить на первую ступень, рукоятки включения планетарного редуктора 34 и синхрографа 2 - в положение «выключено».

2) Ослабить прижимной винт крепления генератора на кронштейне 30 и, не отсоединяя соединительных проводов генератора со стендом, произвести центровку валов привода стенда и генератора, а затем соединить их с помощью муфты. Надежно закрепить генератор винтом кронштейна 30. Проверить, чтобы рукоятка реостата 14 находилась в крайнем правом положении.

3) Кнопкой 41 включить электродвигатель стенда на соответствующее направление вращения якоря генератора (табл. 3) и, пользуясь рукояткой вариатора 40, увеличивать частоту вращения якоря до тех пор, пока вольтметр стенда 18 покажет расчетное напряжение генератора (12,5 В).

4) По тахометру стенда 22 определить минимальную частоту возбуждения генератора на холостом ходу. Сравнить показания тахометра с данными табл.12.1., кнопкой 41 выключить стенд, предварительно рукояткой 40 вариатора плавно снизив обороты до минимально возможных. Результаты занести в отчет.

*Проверка начальной (минимальной) частоты возбуждения генератора при номинальной нагрузке*

1) Переключатель 37 установить в положение «Реостат» и включить кнопкой 41 электродвигатель стенда на соответствующее направление вращения якоря генератора.

2) Увеличивая частоту вращения якоря с помощью рукоятки 40, рукояткой 27 нагрузочного реостата ввести необходимую (см. табл. 3) нагрузку, контролируя ее величину по амперметру 23. По достижении номинального тока и номинального напряжения (амперметр 23 и вольтметр 18) по тахометру 22 определить частоту возбуждения генератора при номинальной нагрузке. Показания приборов должны соответствовать техническим условиям (см. табл. 3). Результаты занести в отчет.

3) Выключить стенд кнопкой 41, переключатель 37 установить в нейтральное положение.

#### *Проверка давления пружины на щетки генератора*

1) Давление пружины на щетки измеряется с помощью динамометра, при этом ось динамометра должна быть расположена вдоль оси щеток. Отсчет давления производится по шкале динамометра в момент отрыва рычага от щетки. Давление рычага на щетку должно быть 12,5...17,5 Н для новых щеток и не менее 9 Н – для подношенных. Результаты занести в отчет.

2) Отсоединить провода от генератора и стенда, выключить батарею, удалив штекеры 1, 42. Снять генератор с муфтой со стенда.

#### *Выявление механических неисправностей и проверка обмоток статора и якоря*

1) Разобрать генератор на узлы и детали (по заданию преподавателя), осмотреть их, установить возможное наличие механических повреждений: неплотности посадки коллектора на валу, заусенцы на посадочных поверхностях, износ резьбы, износ шеек вала в местах посадки подшипников, сдвиг пластин якоря, износ коллекторных пластин и др.

2) Определить наличие обрыва в цепях обмоток возбуждения при помощи контрольной лампы стенда (гнездо 31, рис. 32), прикладывая щупы контрольной лампы (220 В) к выведенным концам обмоток. При обрыве цепи лампа 29 гореть не будет.

3) Определить наличие замыкания обмоток возбуждения на «массу» (на корпус) при помощи контрольной лампы 220В (гнездо 31), прикладывая один щуп лампы к корпусу генератора, а второй – поочередно к выводным концам обмоток. При замыкании на «массу» лампа 29 будет гореть.

4) Выявить возможное короткое замыкание в витках обмоток возбуждения с помощью портативного дефектоскопа ПДО-1 (рис.38), для чего штекер (рис.32), установить в гнездо «12В», рукоятку 37 – в положение «батарея», а дефектоскоп включить в цепь питания стенда (гнездо 12). Установить дефектоскоп на проверяемую обмотку возбуждения так, чтобы витки проверяемой секции располагались между воздушными зазорами пакетов дефектоскопа. Загорание неоновой лампы дефектоскопа укажет о наличии межвиткового замыкания в секции. Следует помнить, что дефектоскоп рассчитан на кратковременную

Загорание неоновой лампы дефектоскопа укажет о наличии межвиткового замыкания в секции. Следует помнить, что дефектоскоп рассчитан на кратковременную работу под напряжением 12 В – не более трех минут. Выключить дефектоскоп.

5) Для выявления межвиткового короткого замыкания в секциях якоря генератора следует включить дефектоскоп ПДО-1 в цепь (гнездо 12, рис.32) и установить его на якорь так, чтобы паз с проверяемой секцией обмотки располагался между воздушными зазорами пакетов дефектоскопа. По загоранию неоновой лампы определить наличие межвиткового короткого замыкания в секции, расположенной в проверяемом пазу.

6) Результаты дефектации по поз. 1...5 занести в отчет.

#### *Испытание генератора переменного тока*

Характеристика генераторов переменного тока (Г250, Г306)

Генератор является основным источником электрической энергии на сложных мобильных сельхозмашинах, обеспечивающим питание всех потребителей и зарядку аккумуляторной батареи при работе двигателя.

К современным генераторам предъявляются следующие требования: простота конструкции, надежность в эксплуатации, малые габариты и масса, большая удельная мощность, возможность обеспечения заряда аккумуляторных батарей при малой частоте вращения коленчатого вала двигателя. Этим требованиям в большей степени удовлетворяют генераторы переменного тока со встроенными выпрямителями, поэтому они нашли применение в современных автомобилях, тракторах и зерноуборочных комбайнах.

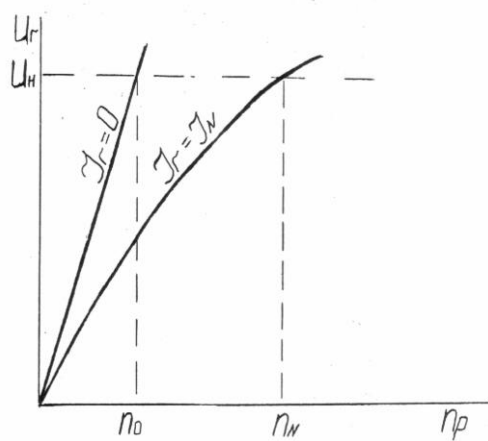
Автомобильный генератор переменного тока серии Г250- трехфазный, с электромагнитным возбуждением, у которого частота наводимой э.д.с. пропорциональна частоте вращения ротора (рис. 34). Статорные обмотки соединены на «звезду». Нулевая точка может быть изолированной, выведенной и используемой для питания катушки возбуждения через самостоятельный выпрямитель в генераторах, рассчитанных на напряжение 24 В.

На тракторах и зерновых комбайнах устанавливаются бесконтактные индукторные генераторы трехфазного переменного тока Г306 (рис. 34). В индукторных генераторах в отличие от автомобильных с электромагнитным возбуждением нет щеток, а катушка возбуждения крепится на втулке к передней крышке генератора. Статорные обмотки с трехфазными напряжением соединяют «треугольником», а с пятифазным (Г-309) – в «пятиугольник». Одно из преимуществ генераторов данного типа – возможность возбуждения без тока от аккумуляторных батарей (при отключенной внешней нагрузке).

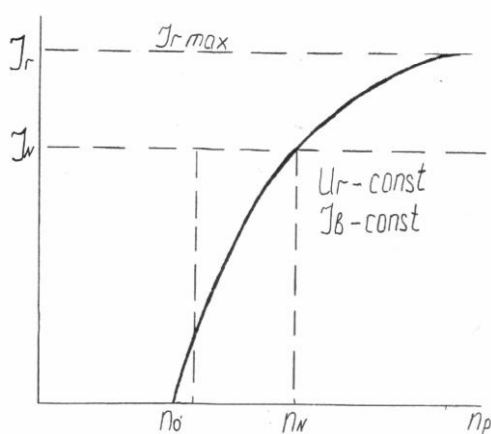
Характеристики генераторов с электромагнитным возбуждением и бесконтактного индукторного приведены в табл. 4

Свойства автомобильных генераторов переменного тока определяются рядом характеристик, которые представляют собой зависимость между какими – либо двумя величинами при неизменных остальных.

Если рассмотреть зависимость изменения выпрямленного напряжения генератора « $U_r$ » от частоты вращения « $n$ » ротора при работе генератора без нагрузки ( $J_r=0$ ) и при номинальной нагрузке ( $J_r= J_N$ ), то видно (рис. 12.8,а), что напряжение генератора возрастает при увеличении частоты вращения ротора, а точки пересечения зависимостей  $U_r = f(n)$  с линией номинального напряжения определяют начальную частоту вращения « $n_0$ » и « $n_N$ » соответственно при работе генератора без нагрузки и с номинальной нагрузкой. Частоты вращения « $n_0$ » и « $n_N$ » являются контрольными и указываются в технических характеристиках (см. табл. 4). Из графика (рис.39, а) видно, что генератор развивает напряжение значительно больше номинального, а поэтому все генераторы работают с регуляторами напряжения, изменяющими силу тока в обмотке возбуждения, а следовательно, и магнитный поток возбуждения.



а)



б)

Рисунок 39 – Характеристика генератора:

- а) изменение напряжения генератора от частоты вращения ротора при  $J_r=0$  и  $J_r=J_N$   
 б) изменение силы тока нагрузки генератора от частоты вращения ротора при постоянных величинах  $U_r$  и  $J_B$

На рис.39, б показана зависимость изменения силы тока нагрузки « $J_r$ » от частоты вращения ротора « $n_p$ » при неизменных значениях выпрямленного напряжения « $U_r$ » и силы тока возбуждения генератора « $J_B$ ».

Таблица 4 – Характеристика автотракторных генераторов переменного тока

Показатели	Ед. изм	Марка генератора	
		Г 306	Г 250
Номинальная мощность	Вт	400	600
Номинальное напряжение	В	14	14
<b>Максимальный ток самоограничения</b>	А	32	40
Частота вращения ротора, при которой достигается максимальный ток самоограничения	мин <sup>-1</sup>	3600±400	5000±100
Ток возбуждения, не более	А	3,5	3,5



Максимально допустимая частота вращения	мин <sup>-1</sup>	6000	10000
Марки машин, на которых устанавливаются генераторы		ДТ-75М МТЗ, ЮМЗ СК-5	ЗИЛ-130 ГАЗ-53А, УАЗ-451Д
Начальная частота вращения ротора ( $n_0$ ), при которой достигается номинальное напряжение при отсутствии тока нагрузки $I_{нагр} = 0$ , при токе нагрузки $I_n$ (в амперах), не более	мин <sup>-1</sup>	1500	950
	А	(24)	(28)
	мин <sup>-1</sup>	2600±100	2100
Масса (без шкива).	кг	5,2	4,9

Генераторы переменного тока обладают свойством самоограничения максимальной силы тока нагрузки, что предотвращает перегрев обмотки статора и диодов выпрямителя, а поэтому исключается необходимость установки ограничителя силы тока в электрической цепи «генератор – аккумуляторная батарея». С увеличением силы тока нагрузки возрастает сила тока в катушке обмотки статора. Следовательно, возрастает и магнитный поток статора, а так как он противодействует магнитному потоку ротора, то результирующий магнитный поток, замыкающийся через сердечник статора, уменьшается. В результате снижается величина магнитного потока, пересекающего катушки обмотки статора, и в них индуцируется меньшая э.д.с. поток, замыкающийся через сердечник статора, уменьшается. В результате снижается величина магнитного потока, пересекающего катушки обмотки статора, и в них индуцируется меньшая э.д.с.

*Определение начальной (минимальной) частоты возбуждения генератора без нагрузки*

1) Установить и закрепить испытываемый генератор ( Г 306 или Г 250 ) на стенде КИ-968, соединив вал привода стенда с валом генератора при помощи переходной муфты, обратив внимание на надежность крепления и соосность валов

2) Вывод «Ш» генератора соединить с гнездом 32 стенда (рис. 32), вывод «В» или «+» генератора соединить с зажимом 33, а вывод «М» или «-» с зажимом 35.

3) Переключатель вольтметра 19 установить в положение «генератор».

4) Переключатель шунтов 25 установить в положение «30 А».

5) Тумблер 44 установить в положение «генератор».

6) Рукоятку реостата 14 установить в крайнее положение « $I_{max}$ », вращая ее по часовой стрелке.

7) Штекер 42 установить в гнездо «масса», а штекер 1 – в гнездо «12 В».

8) Переключатель рода нагрузки 37 установить в положение «батарея», при этом вольтметр и амперметр покажут напряжение и ток возбуждения в шунтовой обмотке генератора. Записать показания амперметра.

9) Кнопкой 41 включить двигатель привода стенда на соответствующее направление вращения и, пользуясь рукояткой вариатора 40, плавно увеличить обороты генератора до тех пор, пока показание амперметра не будет уменьшаться и не достигнет нулевого значения.

10) Переключатель 37 установить в нейтральное положение. Отметить показание вольтметра и, если напряжение не будет равным 14 В, изменяя частоту вращения привода генератора рукояткой 40 установить требуемое напряжение (14 В). Записать показание тахометра, которое и будет соответствовать начальной (минимальной) частоте возбуждения генератора без нагрузки.

11) Снизить рукояткой 40 частоту вращения вала привода до минимально возможной, выключить стенд.

Сравнить полученные данные – ток возбуждения и начальную (минимальную) частоту возбуждения при отсутствии тока нагрузки с табличными значениями (см. табл. 4).

*Определение частоты вращения ротора генератора (  $N_n$  ) при номинальной нагрузке ( $I_n$ ), и напряжении 14 В*

1) Установить реостат нагрузки на минимальный ток, вращая рукоятку 27 против часовой стрелки до отказа.

2) Переключатель 37 установить в положение «батарея».

3) Кнопкой 41 включить двигатель привода стенда на соответствующее направление вращения вала генератора.

4) Увеличивая частоту вращения вала генератора (рукояткой 40), следить за показаниями амперметра. При уменьшении тока возбуждения до нуля переключатель 37 через нейтральное положение установить в положение «реостат».

5) Увеличивая частоту вращения вала генератора (рукояткой 40), одновременно рукояткой реостата 27, вращением ее по часовой стрелке, производить увеличение нагрузки до номинальной (см. табл. 4) при номинальном напряжении (14 В).

6) При достижении номинального тока нагрузки при номинальном напряжении по тахометру 22 определить частоту вращения ротора генератора и записать в отчет.

7) Рукояткой 40 снизить частоту вращения вала генератора до минимальной, установить нагрузочный реостат на минимальный ток нагрузки (рукояткой 27 влево до отказа); переключатель 37 установить в нейтральное положение и выключить стенд. Извлечь из соответствующих гнезд штекеры 42 и 1.

8) Сделать заключение о пригодности генератора по частоте вращения ротора при номинальной нагрузке и напряжении.

#### ***Регулировка и испытание реле – регуляторов РР 362, РР 362А, РР 362Б, РР 350***

##### ***Регулировка зазоров***

1) Выбрать необходимый реле - регулятор, соответствующий установленному на стенде генератору (Г 306 или Г 250). С генератором Г 250 работают реле регуляторы типа РР 362 (рис. 40), РР 362А (рис. 41), РР 350 (рис. 42), с генератором Г 360 – реле-регулятор РР 362Б.

Реле-регуляторы, работающие с генераторами, установленными на некоторых двигателях тракторов и комбайнов, обычно на корпусе имеют винт сезонной регулировки «зима – лето», меняющим величину подаваемого напряжения (РР 362Б). Реле регуляторы РР 362 и РР 362А выполняются без винта сезонной регулировки.

2) Отвернуть винты крепления крышки реле-регулятора и снять ее с корпуса.

3) Определить тип реле защиты, так как от этого зависит методика его испытания. Реле защиты может быть однообмоточным или многообмоточным. Достаточно быстро можно определить тип реле по количеству пар контактов регулятора напряжения: если регулятор напряжения имеет две пары контактов, то реле защиты однообмоточное; если у регулятора напряжения одна параконтактов – реле защиты многообмоточное. Однообмоточные реле защиты стали устанавливаться в модернизированных реле-регуляторах, которые выпускаются с 1975г.

4) Проверить, и если необходимо, отрегулировать зазоры между якорем и сердечником, между контактами (табл.12.3). Регулировка производится за счет перемещения держателей контактов и подгибанием ограничителя хода якоря.

Таблица 5 – Зазоры реле-регуляторов РР 362, РР 362А, РР 362Б, РР 385Б

Тип реле защиты	Регулятор напряжения			Реле защиты		
	Вазор между якорем и сердечником при разомкнутых контактах, мм	Вазор между якорем и сердечником при замкнутой верхней паре контактов, мм	Вазор между контактами, мм	Вазор между якорем и сердечником при разомкнутых контактах, мм	Вазор между якорем и сердечником при замкнутых контактах, мм	Вазор между контактами, мм
Многообмоточное	1,4..1,50		0,25..0,30	0,70..0,80	0,15..0,25	
Однообмоточное		1,20..1,30	0,20..0,30	1,20..1,30		0,70..0,80

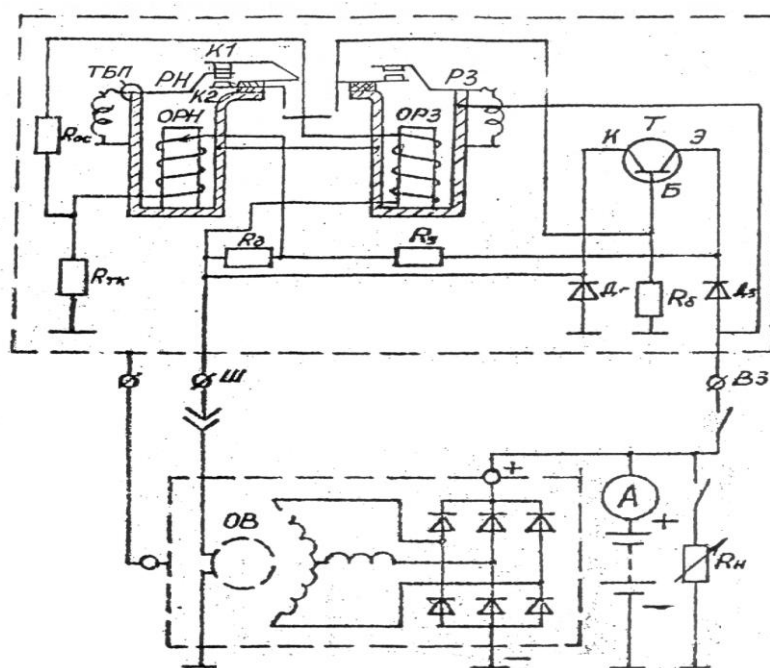


Рисунок 40 – Схема генератора с контактно-транзисторным реле-регулятором РР-362 (однообмоточное реле защиты):

РН - регулятор напряжения; РЗ - реле защиты; Т- транзистор; ТБП - термобиметаллическая пластина; ОПН - обмотка регулятора напряжения; ОПЗ – обмотка реле защиты; Roc, Rтк, Кд, Rб, Rн, Ry - резисторы; Дг, Дз - диоды, ОВ - обмотка возбуждения, ВЗ, Ш - клеммы.

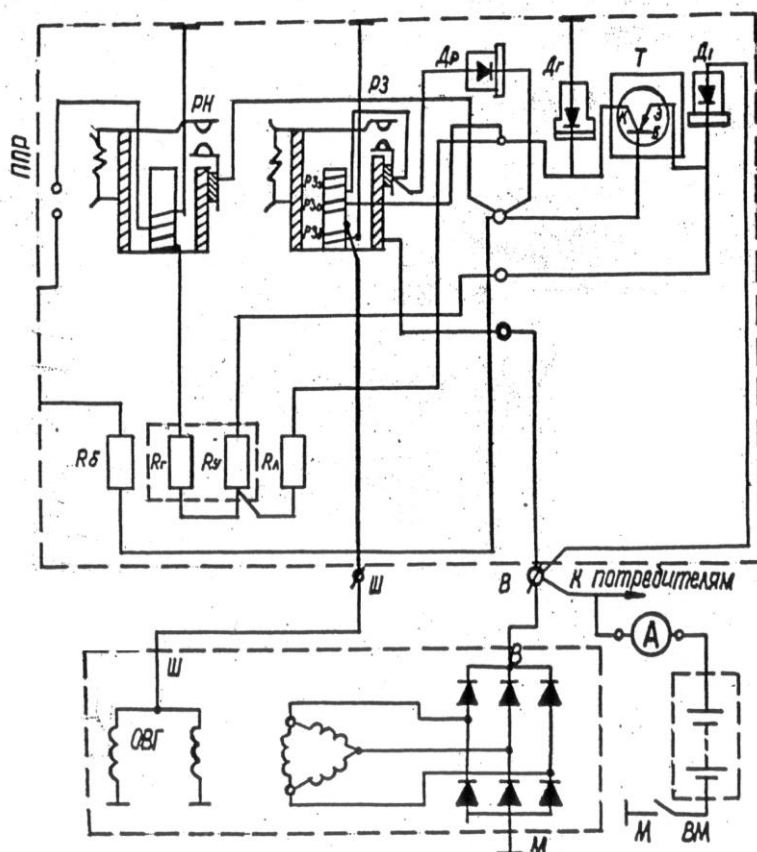


Рисунок 41 – Электрическая схема генератора с реле - регулятором PP-362A (многообмоточное реле защиты):

РН - регулятор напряжения; РЗ - реле защиты; Др, Дг, Д1 - диоды; ОВГ - обмотка возбуждения генератора; Ш, Б, М - зажимы; Rδ, Rr, Ry, Rл - резисторы, R3o, K3в, R3y - обмотки реле защиты; ВМ - выключатель массы; ППР - переключатель сезонного резистора; Т - транзистор; М - масса.

### Проверка и регулировка регулятора напряжения, (кроме PP 350)

1) Закрепить выбранный реле-регулятор на полочке 47 для их крепления на стенде КИ-968 (рис. 32). Повернуть полочку так, чтобы реле-регулятор занял вертикальное положение, зажимами вниз. Винт переключателя сезонной регулировки (PP 362Б) повернуть против часовой стрелки в положение «Л».

2) Провод, соединяющий зажим «Ш» генератора с гнездом 32 стенда, отсоединить от гнезда 32 и соединить его с зажимом «Ш» реле-регулятора.

3) Соединить зажим «В» или «+» реле-регулятора с клеммой 33 стенда, не отсоединяя провод, соединяющий генератор со стендом («В» или «+» генератора с зажимом 33 стенда).

4) Массу реле-регулятора соединить с клеммой 35 стенда, не отсоединяя провод, соединяющий генератор со стендом («М» или «-» генератора с зажимом 35 стенда).

5) Проверить положение рукоятки нагрузочного реостата 27- она должна быть в положении минимального тока (влево до отказа).

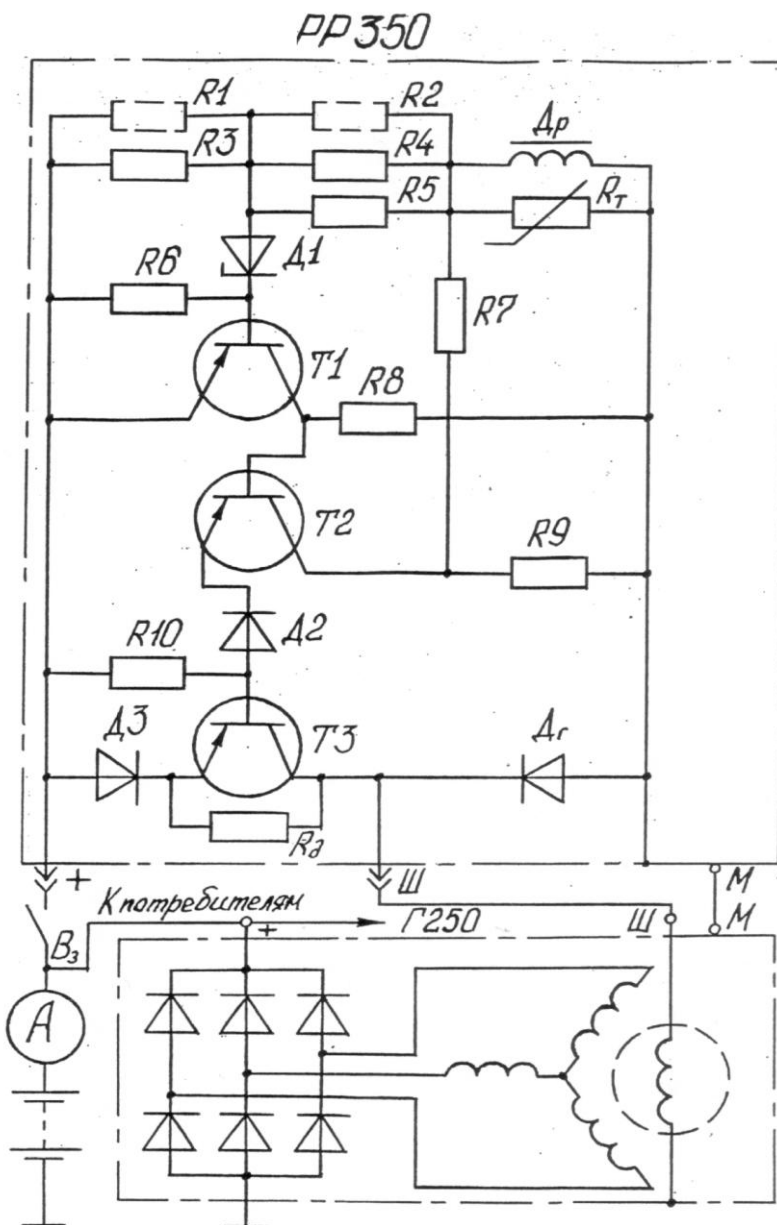


Рисунок 42 – Схема генератора Г250 и регулятора напряжения PP 350:

$R_1... R_{10}$ , Кд - резисторы; Др - активное сопротивление; Д1 - стабилитрон; ВЗ, Ш, М - зажимы; Т1... Т3 - транзисторы; Д2, Д3 - диоды; Дг - гасящий диод, Др - дроссель.

- 6) Включить штекер 42 в гнездо «масса», а штекер 1 – в гнездо «12 В».
- 7) Перевести переключатель 37 из нейтрального положения в положение «батарея», а переключатель 39 в положение «2» (для реле-регулятора PP 362Б).
- 8) Включить стенд на соответствующее направление вращения ротора генератора и, плавно увеличивая частоту вращения, следить за показаниями амперметра 23 стенда. Когда стрелка амперметра установится на нуль, переключатель 37 перевести в положение «реостат».
- 9) Довести частоту вращения ротора генератора до величины, указанной в табл. 12.4. При помощи реостата 27 установить соответствующий ток нагрузки (см. табл. 6).
- 10) Если показания вольтметра 18 не будут соответствовать табличным данным, то производится регулирование напряжения, путем изменения натяжения цилиндрической пружины якоря регулятора напряжения. Для уменьшения напряжения натяжение

пружины ослабить, для повышения - увеличить. При изменении натяжения пружины (подгибанием язычка) не допускать случайного короткого замыкания токопроводящего инструмента на корпус реле-регулятора, что может вывести из строя транзистор или диоды выпрямителя генератора. После регулировки напряжения допускается его колебание в цепи не более 0,1 В.

11) Если регулировка не обеспечивает получение номинального напряжения (см. табл. 6) то реле-регулятор должен подвергаться ремонту с проверкой полупроводниковых элементов, сопротивлений и т.д.

12) Рукояткой 27 снизить нагрузку до нуля (по амперметру), уменьшить частоту вращения ротора генератора до минимально возможных и выключить стенд. Результаты испытания занести в табл. 12.8.

13) Переключатель 37 установить в нейтральное положение.

14) Переключатель 39 установить в положение «1» (если испытывался реле-регулятор типа РР 362 Б).

Таблица 6 – Характеристика реле-регуляторов

Показатели	Единица измерения	Тип генератора, с которым проверяется реле-регулятор		
		Г 250		Г 306
		тип реле-регулятора		
		РР 362, РР 350	РР 362А	РР 362Б
Регулируемое напряжение	В	13,8..14,6	13,3..14,1	13,2..14,0
Ток нагрузки генератора, при котором проверяется регулируемое напряжение	А	14±1	14±1	14±1
Частота вращения ротора генератора, при котором проверяется регулируемое напряжение	мин <sup>-1</sup>	3000±100	3000±100	3600±100
Допускаемое отклонение регулируемого напряжения при изменении частоты вращения 2500...6000 мин <sup>-1</sup> (для РР 362 и РР 362А) и 1800...4200 мин <sup>-1</sup> (для РР 362Б) при токе нагрузки 14А	В	0,3	0,3	0,7
Допускаемое отклонение регулируемого напряжения при изменении тока нагрузки 3...28 А (для РР 362 и РР 362А) и 3...23,5 (для РР 362Б) при частоте вращения ротора генератора 3000 мин <sup>-1</sup> (РР 362, РР362А) и 3600 мин <sup>-1</sup> (РР 362 Б)	В	0,45	0,5	0,7

### Проверка и регулировка реле защиты

#### Проверка срабатывания реле защиты

Эта проверка должна проводиться при подключенной аккумуляторной батарее (переключателем 37) и неработающем генераторе методом короткого замыкания клеммы «Ш» на корпус реле-регулятора без отсоединения проводов.

При замыкании клеммы «Ш» на корпус контакты реле защиты должны замыкаться, а после устранения замыкания контакты либо разомкнутся, либо останутся замкнутыми (у однообмоточных реле защиты). Для возвращения контактов в исходное положение переключатель 37 следует перевести из положения «батарея» в нейтральное положение и повторить проверку.

*Проверка тока срабатывания многообмоточного реле защиты*

1) Установить тип установленного на реле-регуляторе реле защиты (многообмоточное или однообмоточное). Это необходимо для того, чтобы выбрать правильную методику проверки тока срабатывания реле защиты. Если методика выбрана неверно, возможен выход транзистора из строя.

2) Проверить положение переключателя 37 – он должен находиться в нейтральном положении.

3) Отсоединить провода от стенда, генератора, реле-регулятора.

4) Соединить клемму «Ш» реле-регулятора с клеммой 35 стенда, а стойку теплоотвода транзистора (к ней подключен вывод коллектора транзистора) с гнездом «Ш» стенда.

5) Рукоятку регулировочного реостата 14 установить на минимальный ток, т.е. следует вращать ее против часовой стрелки до отказа.

6) Установить переключатель 37 в положение «батарея», а переключатель 44 в положение «генератор» (вверх).

7) Поворачиванием рукоятки реостата 14 по часовой стрелке, увеличивать ток, проходящий через катушку реле защиты и следить за показаниями амперметра 23. В момент срабатывания реле защиты («щелчок» контактов) отметить ток (по амперметру 23).

8) Если установить этот момент не удалось, то следует повторить операции 5, 6, 7, предварительно установив переключатель 37 в нейтральное положение.

9) Реле защиты, должно срабатывать при токе 3,2...3,6А. При необходимости следует регулировать реле защиты изменением натяжения его пружины. Установить переключатель 37 в нейтральное положение. Отсоединить провода от реле и стенда, снять реле-регулятор со стенда.

*Проверка тока срабатывания однообмоточного реле защиты*

1) Отсоединить провода от стенда, генератора, реле-регулятора.

2) Соединить клемму «Ш» реле-регулятора с клеммой 35 стенда, а клемму 32 стенда – с клеммой «В» реле-регулятора.

3) Рукоятку реостата 14 установить на минимальный ток, вращая ее против часовой стрелки до отказа.

4) Переключатель 37 установить в положение «батарея».

5) Поворотом рукоятки реостата 14 по часовой стрелке увеличивать ток катушки реле защиты и определить по амперметру 23 его величину в момент срабатывания контактов (слышен характерный «щелчок» и ток резко падает). Чтобы вернуть реле в исходное положение, следует повернуть рукоятку реостата 14 на несколько оборотов влево и перевести переключатель 37 в нейтральное положение.

6) Нормально отрегулированное реле защиты должно срабатывать при токе 3,2...3,6А – в противном случае следует его отрегулировать изменением натяжения пружины.

7) Отсоединить провода от реле и стенда, снять реле-регулятор со стенда.

*Проверка и регулировка реле-регулятора РР 350*

1) Проверка реле-регулятора РР 350 на стенде КИ 968 производится по аналогии с проверкой реле-регуляторов РР 362, РР 362А, РР 362Б.

При испытании транзисторных реле-регуляторов, не допускаются любые короткие замыкания выводов регулятора или генератора на корпус, или неправильное подключение выводов, перемена полярности при присоединении аккумуляторной батареи, включение и выключение нагрузки при отключенной аккумуляторной батарее и работающем двигателе.

2) Регулирование напряжения осуществляется заменой подстроечных резисторов R1 и R2 (рис. 12.42).

**Проверка генераторных установок со встроенными интегральными регуляторами напряжения**

1) Выбрать для испытания генераторную установку, в которой за базу принят один из генераторов – Г 250 или Г 306.

Генераторная установка испытывается в сборе с ИРН при напряжении меньшим порога срабатывания регулятора – 12,5...13,0В. Это необходимо для того, чтобы при использовании генераторов ИРН не вступал в работу. На регулируемое напряжение генератор испытывается при различных нагрузках.

2) Установить генераторную установку на стенд. Соединить вал ротора с валом привода стенда, добившись соосности этих деталей. Закрепить генераторную установку кронштейном 30 (см. рис. 32).

3) Соединить клеммы генераторной установки с зажимами стенда. У генераторной установки 13.3701 вывод выпрямителя «В» соединяется с зажимом «+» стенда (клемма 33), а корпус установки соединяется с клеммой 35 стенда. Вывод «Д» установки (дополнительные диоды) со стендом не соединяется. Запрещается замыкать (даже кратковременно) клеммы «+», «В», «Ш» и «Д» на массу, т.к. это приведет к выходу из строя ИРН и выпрямителя генератора. Выводы установки 17.3701 соединяются с зажимами стенда так же, как при испытании генератора Г250.

4) Переключатель 37 поставить в положение «батарея» и произвести испытание генераторной установки аналогично той последовательности, которая применялась при испытании базовых генераторов.

5) Если генератор не возбуждается или его параметры не соответствуют данным табл. 12.5, следует проверить интегральный регулятор напряжения на приборе для проверки ИРН (см. рис. 36, 37). Убедившись, что тумблер 10 (см. рис.36) находится в положении «выключено», ввести вилку шнура прибора в розетку сети (220 В).

Таблица 7 – Основные параметры и контрольные точки для проверки генераторных установок

Параметры	Ед. изм.	Марка генераторной установки	
		13.3701	17.3701
Марка генератора, на базе которого создана генераторная установка		Г 306	Г 250
Номинальное напряжение	В	14	14
Марка ИРН		Я 112Б	Я 112А
Начальная частота вращения ротора, при которой генератор без нагрузки ( $J_r = 0$ ) развивает напряжение 13В <sup>+</sup>	мин <sup>-1</sup>	1400 <sup>++</sup>	900
Начальная частота вращения ротора, при которой достигается напряжение 13В при токе нагрузки	мин <sup>-1</sup>	2600±400	2100
	А	23,5	28
Частота вращения ротора, при которой регулятор напряжения поддерживает заданное напряжение при заданной нагрузке	мин <sup>-1</sup>	3600	3000
	В А	13,2..14,1 12,0 (ППР «лето»)	13,8..14,8 14,0
Направление вращения ротора		Правое	Правое



Используется на машинах		ЮМЗ-6АМ/6АЛ Т-4, ДТ-75М, Т-130	ЗИЛ-130
-------------------------	--	--------------------------------	---------

**Примечания:**

«+» проверку генераторов у генераторных установок проводят в сборе с ИРН. Напряжение генератора при испытании должно – быть 12,5...13,0 В. Это необходимо для того, чтобы при использовании генераторов ИРН не вступал в работу.

«++» При испытании генераторной установки 13.3701 следует иметь в виду, что в отсутствии батареи генератор должен возбуждаться при  $2600 \pm 100 \text{ мин}^{-1}$ . (в табл. 12.5 указана начальная частота режима холостого хода при испытании на стенде –  $1400 \text{ мин}^{-1}$ ). При наличии батареи необходимо при  $1200 \pm 100 \text{ мин}^{-1}$  кратковременно соединить зажимы «В» и «Д» между собой, что позволит генератору возбудиться при  $1400 \text{ мин}^{-1}$ .

6) При испытании ИРН типа Я 112А и Я 112Б тумблер 5 установить в верхнее положение, а тумблер 7 – в положение «Я 112А» или «Я 112Б» соответственно. Проверяемый ИРН поместить в соответствующее гнездо на верхней панели прибора так, чтобы технологический ключ находился справа. В этом случае контакты ИРН будут совмещаться с соответствующими выводами гнезд прибора (рис. 43).

7) Переключатель 6 установить на 12 В.

8) Тумблер 10 перевести в положение «включено», при этом загорится лампа 9 «сеть». Если контрольные лампы 4 или 8 (в зависимости от марки ИРН) загорятся полным накалом, то переключатель 6 перевести в положение «16 В».

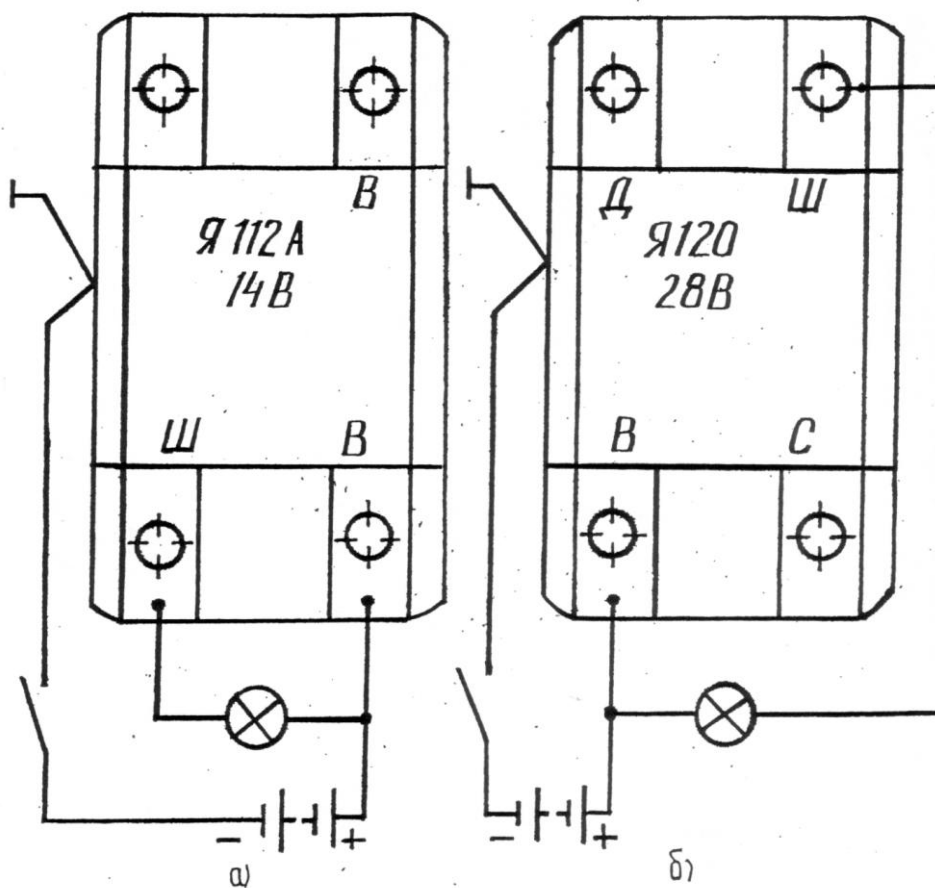


Рисунок 43 – Схемы включения приборов при проверке интегральных регуляторов напряжения:

- а) подключение Я112А к 12-вольтовой батарее;
- б) подключение Я 120 к 24-вольтовой батарее.

Если при этом контрольные лампы (4 или 8) погаснут, то ИРН исправен. Если же лампы будут продолжать гореть, то это означает, что транзистор пробит (см. рис. 37), ИРН неисправен.

9) Если при включении тумблера 10 контрольные лампы 4 или 8 не загораются, это означает, что цепь транзистора имеет разрыв и ИРН неисправен. По окончании выполнения контрольных операций выключить тумблером 10 питание прибора и снять с него ИРН.

10) После подбора исправного ИРН установить его в генераторную установку и продолжить испытания (по условиям табл. 7)

11) По окончании испытания отсоединить провода от генераторной установки и стенда, снять установку со стенда, убрать рабочее место. Результаты испытания занести в таблицу.

### **2.3 Лабораторная работа №3 (2 часа).**

**Тема: «Магнитная дефектоскопия коленчатых валов и дефектация деталей из немагнитных материалов на стенде ЛД – 4»**

**2.3.1 Цель работы:** научиться проводить дефектацию различными способами.

#### **2.3.2 Задачи работы:**

1. Изучение оборудования и приспособлений для люминесцентной и магнитной дефектоскопии, а также для контроля валов, шестерен и подшипников.
2. Практическое ознакомление с технологическими процессами дефектоскопии и контроля валов, шестерен и подшипников.

#### **2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Люминесцентный дефектоскоп ЛД-4.
2. Магнитный дефектоскоп М-217 (с ванной и соленоидом).
3. Штенгензубомер.
4. Микрометры 0-25, 25-50, 100-125
5. Прибор для проверки подшипников качения КИ-1223.
6. Контролируемые детали (коленчатый вал, ось, алюминиевое кольцо, шестерни, валы, подшипники).

#### **2.3.4 Описание (ход) работы:**

##### **Общие положения**

Выявление скрытых дефектов деталей (трещин, раковин, расслоений и др.) - дефектоскопия - осуществляется при помощи специальных приборов, называемых дефектоскопами.

Дефектоскопии подвергаются все детали, работающие в условиях знакопеременных и пульсирующих нагрузок, - коленчатые и распределительные валы, шатуны и другие - при их дефектовке, а также детали, которые в процессе изготовления

или восстановления подвергались термическому воздействию – закалке, наплавке, сварке и т.д.

В ферромагнитных деталях, т.е. деталях, имеющих свойство намагничиваться, дефекты, не заметные невооруженным глазом или под лупой, как выходящие на поверхность, так и расположенные близко к ней, можно обнаружить при помощи магнитного метода дефектоскопии.

В деталях из немагнитных материалов - цветных металлов, пластмассы, аустенитных сталей и других - дефекты выявляются, применяя цветной или люминесцентный метод.

Существует также ультразвуковой метод, позволяющий выявлять раковины, трещины, расслоения и иные внутренние дефекты, которые нельзя обнаружить другими методами.

**Ознакомление с физической сущностью магнитной дефектоскопии, конструкцией дефектоскопа типа М-217 и технологическим процессом**

***Ознакомиться с физической сущностью магнитного метода дефектации деталей***

Сущность метода магнитной дефектации состоит в следующем.

Магнитная проницаемость воздуха, шлаковых и иных включений, встречающихся на поверхности детали или близко к ней, значительно ниже магнитной проницаемости металла. Вследствие этого при намагничивании детали магнитные силовые линии в местах расположения дефекта встречают большее сопротивление и стремятся обогнуть их. При этом они выходят за пределы поверхности детали и образуют поток рассеяния над местом расположения дефекта. Таким образом, у границ дефекта (в местах входа и выхода магнитных силовых линий) возникают магнитные полюса.

Трещину легче всего обнаружить в том случае, когда магнитные силовые линии направлены перпендикулярно к ней. Если трещина расположена параллельно магнитным силовым линиям, ее заметить трудно. Опытным путем установлено, что минимальный угол наклона трещин к направлению магнитных силовых линий равен  $20^{\circ}$ .

Детали намагничивают следующими основными способами: циркуляционным, продольным и комбинированным.

***Циркуляционное*** намагничивание заключается в том, что по детали или стержню, размещенному в ней, пропускают ток большой величины.

***Продольное*** (полюсное) намагничивание выполняют при помощи магнита или соленоида.

***Комбинированное*** намагничивание - это одновременное намагничивание детали как циркуляционным, так и полюсным методами.

Испытание детали можно проводить также двумя методами: в приложенном поле и на остаточной намагниченности.

В ***приложенном*** поле испытывают детали из магнитомягких материалов, т.е. таких, которые не сохраняют магнитных свойств после прекращения намагничивания, например малоуглеродистые стали.

Контроль деталей заключается в выявлении дефектного места по магнитному потоку рассеяния над ним при помощи специальных индикаторов. Наиболее простым и наглядным индикатором является ферромагнитная суспензия. Ее готовят в виде взвеси магнитного порошка в воде, минеральном масле или дизельном топливе. В некоторых случаях в качестве индикатора применяют сухой магнитный порошок.

Проверяемую поверхность покрывают порошком или суспензией. Под действием магнитного поля порошок концентрируется над дефектом детали. После удаления излишнего порошка трещины и другие дефекты будут хорошо заметны даже невооруженным глазом, так как зона расположения магнитного порошка во много раз

превосходит размер (ширину) трещины (рис. 52). После испытания деталь должна быть размагничена.

Для магнитной дефектоскопии с использованием магнитного порошка есть специализированные и универсальные магнитные дефектоскопы: специализированными контролируют однотипные детали, например коленчатые валы, универсальными – все основные детали тракторов и автомобилей.

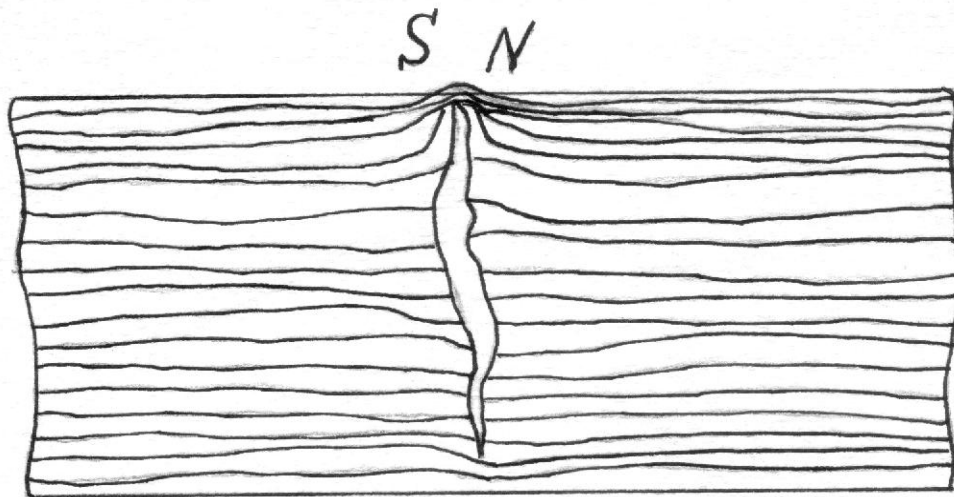


Рисунок 52 – Поле рассеивания магнитного потока около места расположения дефекта

Специализированные ремонтные мастерские РТП оснащаются магнитными дефектоскопами УМД-9000, ВИАМ, М-217 ЗИЛ, дефектоскопами циркуляционного намагничивания ЦНВ-3 ЦНИТМАШ, переносными дефектоскопами 77ПМД-3 и ДМП-2. Последние можно рекомендовать для небольших мастерских хозяйств (АО, колхозов и пр.). В условиях работы крупных мастерских и ремонтных заводов наиболее часто используют магнитный дефектоскоп марки М-217ЗИЛ (или М-217).

#### ***Изучить конструкцию и принцип работы дефектоскопа М-217***

Назначение и устройство. Прибором выявляют различные поверхностные пороки деталей из ферромагнитной стали: волосовины, трещины, шлаковые включения. Им можно также контролировать как снятые, так и неснятые детали и сварные соединения. Намагничивание происходит при плавной регулировке силы тока от 0 до 1500 А.

Дефектоскопом можно проводить продольное, циркуляционное и местное намагничивание, размагничивание, непрерывный магнитный контроль и магнитный контроль на остаточном намагничивании, а также выполнять влажный метод магнитного контроля всевозможных деталей машин.

Электрическая схема прибора приведена на рис. 53. Переменный ток от сети 220 В через предохранитель, пакетный выключатель Вп и контакты пускового прибора К1 и К2 подается на автотрансформатор Авт. Параллельно его обмотке, но до пускового прибора подключена первичная обмотка понижающего трансформатора Тр1 220х36 В.

Ток низкого напряжения, снимаемый с трансформатора, питает катушки КП пускового прибора (магнитного пускателя) ПП-0 и, кроме того, идет на дополнительное освещение.

От автотрансформатора ток поступает на первичную обмотку силового понижающего трансформатора Тр2 и далее со вторичной обмотки этого трансформатора – на намагничивающие зажимные контакты ЗК и переносные ручные контакты РК.

Цель автотрансформатора включают пусковым прибором ПП-0, который срабатывает от двух микровыключателей МВ; один из них смонтирован в рукоятке

переносного намагничивающего контакта РК, другой механически связан с подвижным зажимным контактом и педалью дефектоскопа.

Параллельно обмотке автотрансформатора подключены две сигнальные лампы. Лампа СЛ1 загорается в момент включения, показывая, что дефектоскоп к работе готов; лампа СЛ2 загорается при включении пускового прибора и сигнализирует о том, что на силовой трансформатор подано напряжение.

Переключатель П в зависимости от метода дефектоскопии (в приложенном поле или на остаточной намагниченности) устанавливают либо в положение 1, либо в положение 2. При положении "Длительное намагничивание" и включении одного из микровыключателей МВ замыкается цепь питания магнитного пускателя КП: вторичная обмотка понижающего трансформатора ТР1 - катушка пускателя, КП - контакт промежуточного реле, РП1- контакты микровыключателя МВ. Ток пройдет через катушку магнитного пускателя КП, который сработает, контакты К1, К2, К3 окажутся замкнутыми и на трансформатор будет подано напряжение. Далее напряжение поступит на силовой трансформатор - ТР2, ко второй обмотке которого присоединены намагничивающие контакты ЗК и РК.

При замыкании вторичной цепи обмотки деталью или соленоидом, установленными между контактами, по ней пройдет намагничивающий ток, регулируемый от 0 до 1500 А изменением напряжения в первичной цепи автотрансформатора, Намагничивающий ток контролируется амперметром А. При прохождении тока по проверяемой детали магнитным выключателем ВМ включается звуковой сигнал З.

При установке переключателя в положение 2 "Мгновенное намагничивание" намагничивание будет кратковременным, всего 0,03 сек. При этом параллельно катушке КП пускателя подключается катушка промежуточного реле КР. В момент замыкания микровыключателя МВ срабатывает магнитный пускатель и замыкает контакты К1, К2, К3; одновременно с замыканием контакта К3 срабатывает промежуточное реле и контакты РП2 замыкаются, а контакты РП1 размыкаются и разрывают цепь питания магнитного пускателя. В результате снова размыкаются контакты К1, К2 и К3. Пока замкнут микровыключатель МВ, реле будут находиться в сработавшем состоянии, так как замкнувшиеся контакты РП2 блокируют контакты К3.

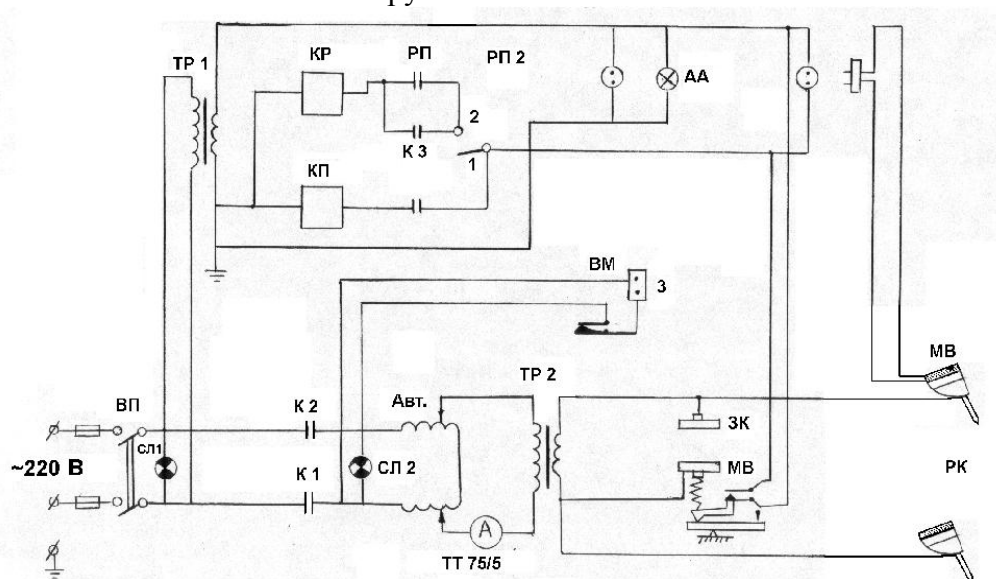


Рисунок 53 – Электрическая схема магнитного дефектоскопа М-217:

ТР 1, ТР 2 – трансформаторы; СЛ 1, СЛ 2 – сигнальные лампы; МВ – микровыключатель; КП – катушка пускателя; К1, К 2 – контакты; КР – катушка

промежуточного реле; П – переключатель; РП 1, РП 2 – контакты промежуточного реле; ВП – пакетный выключатель; Авт. – автотрансформатор; ЗК – зажимные контакты; РК – ручные контакты; А – амперметр; ВМ – магнитный выключатель; 1 – положение «Длительное намагничивание»; 2 – положение «Мгновенное намагничивание»; 3 – звуковой сигнал

После размыкания контактов микровыключателя схема приводится в исходное состояние.

Общий вид магнитного дефектоскопа М-217 приведен на рис.54. На верхней части блока питания 1 расположены: амперметр 2 на 1500 А для измерения намагничивающего тока; переключатель 3 "Мгновенное намагничивание - длительное намагничивание"; сигнальные лампы 4 и 5 (СЛ2 и СЛ1); зажимные контакты, один из которых 7 (верхний) можно перемещать по штативу 6; соленоид 8.

На передней панели блока находятся пакетный выключатель "Вкл.-выкл." 10; ручка П регулятора напряжения "Больше-меньше".

Под корпусом блока питания в его передней части смонтирована педаль включения 15.

С левой стороны блока питания расположены: ручные выносные контакты 19, установленные в кронштейн, разъемы 16 для подключения ручных контактов; разъем 18 для подключения выносного (плоского) контакта и розетка 17 для подключения лампы.

С правой части блока питания есть ванна 12 для суспензии, в верхней части которой сделана решетка (предметный стол 13), на которую устанавливают крупногабаритные детали; над предметным столом размещена лампа освещения.

#### ***Продефектовать деталь (шейку вала или ось) магнитным методом***

1) Прежде всего, подготавливают прибор. Для этого проверяют блок питания, наличие магнитной суспензии в ванне (ее заливают на 3 см ниже решетки); подключают к блоку питания нужные приспособления в зависимости от выбранного способа и метода намагничивания.

Дефектоскопом М-217 можно намагничивать детали следующими способами:

- пропускать ток через изделие при помощи ручных или зажимных контактов;
- пропускать ток сквозь полость изделия при помощи стержня (ручного контакта);
- пропускать ток через участок изделия (местное намагничивание);
- помещать изделие в магнитное поле соленоида.

Первым способом намагничивают небольшие детали, вторым - небольшие детали с отверстиями, третьим - крупногабаритные детали, которые трудно или невозможно намагнитить целиком, четвертым способом намагничивают весьма мелкие детали.

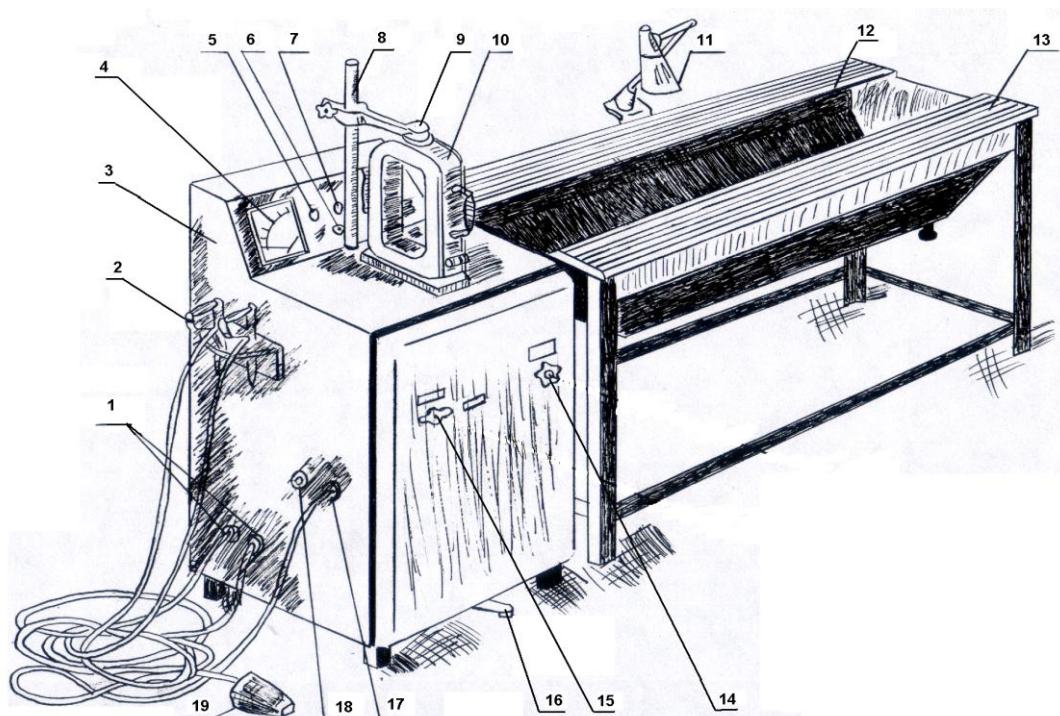


Рисунок 54 – Общий вид магнитного дефектоскопа М-217:

1, 17 – разъёмы; 2 – ручной выносной контакт; 3 – блок питания; 4 – амперметр; 5, 7 – сигнальные лампы; 6 – переключатель; 8 – штатив; 9 – зажимный контакт; 10 – соленоид; 11 – светильник; 12 – ванна; 13 – предметный стол; 14 – ручка регулятора напряжения; 15 – пакетный выключатель; 16 – педаль включения; 18 – розетка

Кроме того, дефектоскопом выполняют как мгновенное намагничивание при дефектоскопии на остаточной намагниченности, так и длительное намагничивание (дефектоскопия в приложенном поле тока).

Подготовив прибор к работе и выбрав тот или иной способ, приступают непосредственно к намагничиванию детали.

Если работают с зажимными контактами, деталь устанавливают на нижнем контакте, а верхний располагают по кронштейну так, чтобы между поверхностями детали и верхнего контакта был зазор 5-10 мм. Ручку пакетного выключателя переводят в положение "Вкл", при этом должна загораться сигнальная лампа СЛ1 (рис. 53).

Ручку переключателя устанавливают в положение, соответствующее длительному или мгновенному намагничиванию (в зависимости от выбранного метода).

Нажимают ногой на педаль - нижний контакт поднимается вверх и плотно зажимает изделие между контактами. Вращая ручку регулятора напряжения, устанавливают по амперметру нужный ток. При мгновенном намагничивании ток регулируют предварительно, по какой-либо однотипной детали.

После того как деталь будет прижата к контактам, сигнальная лампа СЛ2 загорится и будет гореть все время, пока нажата педаль (длительное намагничивание), или только вспыхнет (мгновенное намагничивание). Намагничивание выносными контактами на приборе М-217 (рис. 54) выполняют в такой последовательности. Устанавливают выносной контакт на предметный стол, а на него - проверяемую деталь. Подготавливают прибор к работе так же, как и в предыдущем случае. Плотно прижав конец другого выносного контакта к поверхности изделия, нажимают клапан микровыключателя, смонтированного в рукоять контакта.

Ток регулируют так же, как и в предыдущем случае, маховичком регулятора напряжения. В момент включения контакта подается звуковой сигнал.

Крупногабаритные детали подвергают дефектоскопии по частям, при этом их намагничивают двумя выносными контактами, прижимая их к части изделия.

Детали с отверстиями намагничивают в таком порядке.

Как и в предыдущих случаях, подготавливают прибор к работе. Устанавливают деталь на нижний контакт, положив предварительно между ними изолирующую прокладку - резину, текстолит и др.

В отверстие детали вводят стержень выносного контакта и включают прибор, регулируя и контролируя ток описанным выше способом.

Если намагничивание проводят в поле соленоида, его плотно зажимают между контактами. Затем устанавливают деталь в окне соленоида так, чтобы ось последнего совпадала с продольной осью изделия, и пропускают через соленоид ток нужной силы.

Обработку ферромагнитной суспензией проводят либо непрерывно (в случае дефектоскопии в приложенном поле тока), либо после намагничивания (при дефектоскопии на остаточной намагниченности).

В первом случае деталь поливают суспензией, во втором - погружают в ванну. Крупногабаритные детали во всех случаях обрабатывают поливанием.

Перед началом работы ферромагнитную суспензию необходимо тщательно перемешать и проверить её качество на контрольном изделии с ярко выраженными дефектами.

По окончании дефектоскопии деталь нужно тщательно и всесторонне осмотреть, делать это необходимо при достаточном освещении. После этого деталь можно размагнитить при помощи соленоида. Соленоид устанавливают между зажимными контактами и пропускают через него ток. Сквозь окно соленоида медленно перемещают размагничиваемую деталь; ток выключают только после полного удаления детали из поля соленоида.

Качество размагничивания проверяют стальным порошком: изделие не должно его притягивать. Если необходимо, размагничивание повторяют при увеличенном токе.

Крупногабаритные детали следует размагничивать при помощи выносных контактов: присоединив их к поверхности детали при максимальном токе, медленно снижают ток автотрансформатором до нуля.

2) Подсчитать необходимую силу тока для намагничивания детали по формуле:

$$J=(6...8) \cdot D,$$

где D- диаметр проверяемой детали (шейки коленчатого вала или оси), мм.

3) Показание амперметра определяется из выражения:

$$A=J/k,$$

где k - коэффициент трансформации (k=44).

4) Пакетным выключателем включить дефектоскоп, поставить переключатель "Мгновенное намагничивание - длительное намагничивание" в положение "Длительное намагничивание", установить соленоид на предметный стол так, чтобы шейка вала оказалась в окне соленоида.

5) Ввести ручные контакты в гнезда соленоида и полить деталь (шейку вала, ось) приготовленной магнитной суспензией. Магнитная суспензия готовится смешиванием 40...50 г прокаленного магнитного порошка с 1л дизельного топлива или трансформаторного масла.

6) Регулятором отрегулировать необходимую силу тока (по амперметру) при включенном микровыключателе на ручном контакте.

7) После регулировки тока ввести по центру соленоида деталь. Поливая деталь суспензией и поворачивая ее вокруг оси, периодическим включением соленоида



определять места концентрации магнитного порошка и расположение поверхностных дефектов детали (рис. 55).



Рисунок 55 – Трещины на шейке коленчатого вала двигателя, выявленные магнитной дефектоскопией.

8) Протереть и размагнитить деталь, медленно перемещая ее сквозь окно включенного в сеть соленоида (при помощи двух ручных контактов). Качество размагничивания проверяют сухим стальным порошком, изделие не должно его притягивать. Выключить дефектоскоп.

9) Зарисовать расположение трещин и результаты дефектации занести в отчет.

#### **Изучение особенностей люминесцентной дефектоскопии, конструкции и принципа работы дефектоскопа ЛД-4, технологического процесса дефектации**

##### ***Изучить сущность люминесцентной дефектоскопии***

Люминесцентный метод дефектоскопии позволяет обнаружить поверхностные дефекты в материалах и готовых изделиях. Принцип действия заключается в следующем. На контролируемое изделие наносится слой люминесцирующего вещества, которое проникает в полость дефектов и остается в них, а излишнее количество его удаляется с поверхности изделий струей воды. Для подачи ультрафиолетовых лучей на облучаемое изделие в лампе ДРШ-250 установлены специальные светофильтры.

Промышленностью выпускаются специальные светофильтры типа УФС - 4 и УФС - 6.

Чувствительность люминесцентного метода дефектоскопии зависит от многих факторов, основными из которых являются:

- род применяемого люминесцирующего вещества;
- толщина слоя люминесцирующего вещества;
- способность люминесцирующего вещества проникать в мельчайшие полости дефектов;
- вид и мощность источника возбуждения люминесценции.

Выявляемость дефектов будет тем лучше, чем интенсивнее люминесценция, которая у различных веществ различна. Типы рекомендованных люминофоров приведены в табл. 11

Таблица 11 – Люминесцирующие вещества, применяемые в дефектоскопии.

Наименование вещества	Цвет
1. Керосин	Голубой
2. Минеральные масла	Голубой
3. Нефтяное авиационное масло с керосином в пропорции 1:2, прогретое до 50-90 <sup>0</sup> С	Голубой
4. Трансформаторное масло, керосин и бензин в соотношении (по объему) 1:2:1 с добавлением 0,25 г. зелено- золотистого дефектоля (на 1 л. смеси) – для создания большей яркости	яркий зеленый                      желто-зеленый
5. Керосин – 50%, «Нориол» - 50%	яркий                      желто-зеленый

Наиболее яркое свечение и лучшую проникающую способность имеет нориол. Однако даже самое интенсивное свечение невелико и для его наблюдения требуются или затемнение помещения, или загораживание изделия от прямого попадания дневного света.

#### ***Ознакомиться с устройством дефектоскопа ЛД-4***

1) Люминесцентный дефектоскоп ЛД-4 предназначен для выявления поверхностных дефектов, как в магнитных, так и в немагнитных материалах, а также в изделиях из них.

Прибор предназначен для работы в лабораторных и цеховых условиях при температуре окружающей среды от +15<sup>0</sup> до +30<sup>0</sup> и относительной влажности воздуха 65% ±15%.

Прибор должен работать без влияния посторонних помех и вибраций.

2) Питание прибора - трехфазная сеть переменного тока 380В (+5% - 10%) частотой 50 Гц. Потребляемая мощность - не более 2 кВт. Напряжение в установившемся режиме лампы типа ДРШ-250 - 72±15В. Температура нагрева крышки электроплитки должна быть не менее 100<sup>0</sup>С. Температура нагрева воздуха при просушки влажных изделий не менее + 50<sup>0</sup>С. Габариты прибора: 1015 x 1240 x 768 мм. Собственный вес прибора не более 240 кг.

3) Дефектоскоп ЛД-4 представляет собой стационарную установку, в которой смонтированы принадлежности для электропитания и управления, для покрытия изделия люминофором, промывки, просушки, облучения ультрафиолетовыми лучами, а также для испытания при помощи каолиновой суспензии (талька). В состав дефектоскопа входят основные узлы и приборы: стол инспекторский, лампа переносная, насос с поливателем (снят со стенда), вентиль.

4) Инспекторский стол представляет собой металлический каркас, сваренный из угловой стали и покрытый снаружи листовой сталью. Сверху имеется выдвижной затвор, под которым размещены ванна люминофора, ванна для промывки изделий, электроплитка, переходник для подачи воздуха. В отсеке, расположенном с левой стороны прибора, размещен вентиль для слива люминофора; в нижней части хранится переносная лампа ДРШ-250. На лицевой панели находятся: выключатель насоса с поливателем, выключатель электроплитки, главный выключатель, переключатель ламп, кнопка для зажигания ламп, выключатель воздушного насоса. На левой стенке прибора расположены: разъем «ДРШ-250» и для включения насоса с поливателем.

5) На правой стороне прибора расположены вентиль для промывки изделий и два штуцера для подвода воды и отвода ее.

6) На передней стенке прибора расположены два кармана для хранения талька, медицинской груши и другого подсобного материала.

7) Внутри прибора вмонтированы: автотрансформатор для регулировки тока электропечи, силовой трансформатор, дроссель ламп ДРШ-250, пусковая катушка, магнитный пускатель, воздушный насос для подачи горячего воздуха и охлаждения.

8) Лампа стационарная выполнена в особом кожухе, внутри которого вмонтирована ртутно-кварцевая лампа сверхвысокого давления ДРШ-250 с фильтрующим стеклом. Крепится лампа к прибору при помощи кронштейнов.

9) Лампа переносная выполнена в особом кожухе (аналогично стационарной). Для удобства она оснащена рукояткой. Вдоль оси рукоятки имеется сквозное отверстие, служащее для подключения шланга и подачи воздуха во внутрь кожуха лампы для ее охлаждения.

***Продефектовать деталь (алюминиевое кольцо)***

1) Промыть бензином деталь (алюминиевое кольцо), протереть насухо.  
2) Погрузить деталь в ванну с люминофором на 15...20 минут  
3) Извлечь деталь из люминофора, протереть насухо, включить воздушный насос, просушить деталь.

4) Включить дефектоскоп, установить переключатель в положение "Стационар", включить лампу при помощи кнопки "Зажигание" ДРШ-250.

5) Проявить трещины распыливанием талька из груши по поверхности детали тонким равномерным слоем. После распыления обеспечить выдержку 10...15 минут до начала облучения.

6) После стабилизации рабочего режима лампы (показания вольтметра  $72 \pm 15$  В) приступить к осмотру детали, помещая ее под лампу при местном затемнении дефектоскопа. После выявления трещин выключить дефектоскоп. Повторное включение лампы возможно только после 15-и минутного охлаждения.

7) В случае, когда проверке подвергается крупное изделие, пользуются ручной лампой, которую подключают к дефектоскопу через розетку "Лампа переносная", расположенную на левой стенке прибора.

8) Результаты дефектации внести в отчет.

**Продефектовать валы, шестерни и подшипники КПП ДТ-75М измерением и при помощи приспособлений**

***Универсальными средствами измерения оценить техническое состояние шлицев, пазов, шеек валов КПП***

Дефектация валов производится по контролируемым дефектам в соответствии с техническими.

Используемые приборы – индикатор, индикаторный зубомер, штангензубомер, микрометры 50-75, 75-100, индикаторная скоба.

Наличие трещин, поломку зубьев шестерни (вторичный вал), выкрашивание поверхностей зубьев обнаруживают осмотром.

Износ шлицев по толщине определяется их измерением штангензубомером (на установочной высоте).

Оценка технического состояния шеек вала под подшипники качения производится после замера диаметра шеек микрометром или индикаторной скобой.

Результаты дефектации внести в отчет по работе.

***Продефектовать состояние рабочих поверхностей зубьев шестерни и их износ по толщине***

1) Состояние рабочих поверхностей зубьев шестерен контролируется осмотром, а величина износа измеряется штангензубомером (или проверяется калибром). Не допускаются сквозные трещины на зубьях и забоины на их торцах, неравномерный износ зуба. Допускаются поверхностные трещины на зубе и выкрашивание общей площадью не более 25% его рабочей поверхности, поломка трех несмежных зубьев до 1/3 их длины.

Техника измерения толщины зуба штангензубомером показана на рис. 56, длины зуба штангенциркулем – на рис. 57, ширины паза ступицы – на рис. 58.

2) По заданию преподавателя продефектовать износ зубьев (по толщине) одной из шестерен и дать заключение о годности.

3) Результаты дефектации занести в отчет.

**Определить техническое состояние подшипников качения**

1) Порядок контроля подшипников должен быть следующим: наружный осмотр, проверка на легкость вращения и шум, измерение радиального зазора (на приборе КИ-1223). Если при контроле обнаружатся следы сдвига обойм подшипника относительно вала и корпуса, то необходимо замерить диаметры обойм. Допустимые величины диаметров обойм и зазоров представлены в выписке из технических условий на дефектацию подшипников качения (табл. 13).

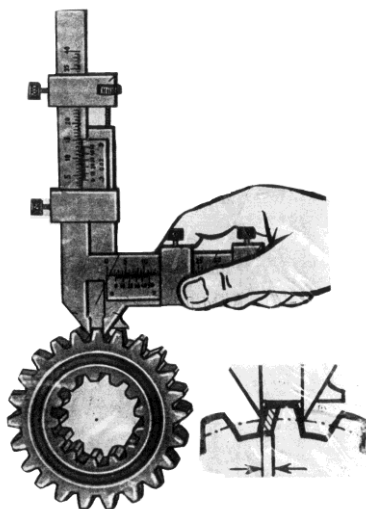


Рисунок 56 – Схема измерения толщины зуба шестерни штангензубомером

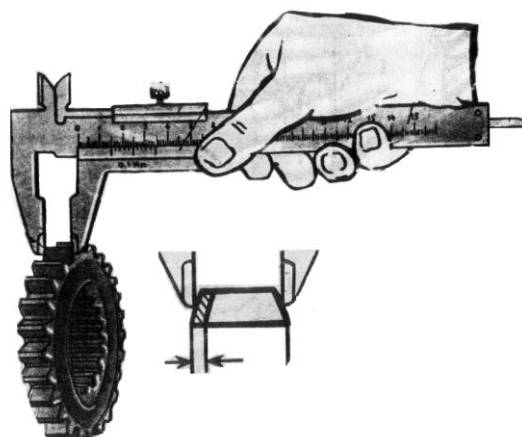


Рисунок 57 – Схема измерения длины зуба штангенциркулем

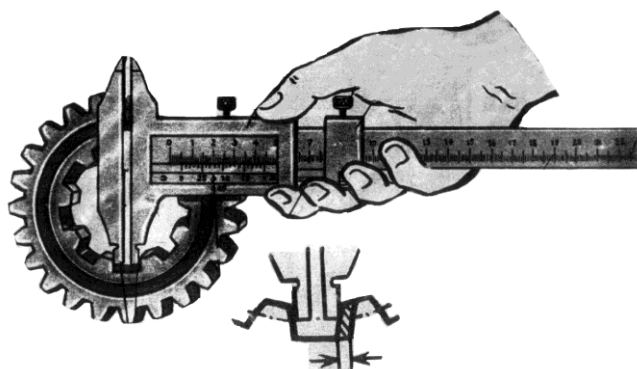


Рисунок 58 – Схема измерения ширины паза ступицы штангенциркулем.

2) Установить на прибор КИ-1223 (для дефектации подшипников качения) один из подшипников (по заданию преподавателя), определить его радиальный зазор. Снять деталь и измерить диаметры колец (в двух сечениях и двух направлениях) индикаторными нутромерами и микрометрами. Схема измерения радиального зазора на приборе КИ-1223

показана на рис. 59. Радиальный зазор подшипника можно определить и с помощью штангенциркуля (рис. 60).

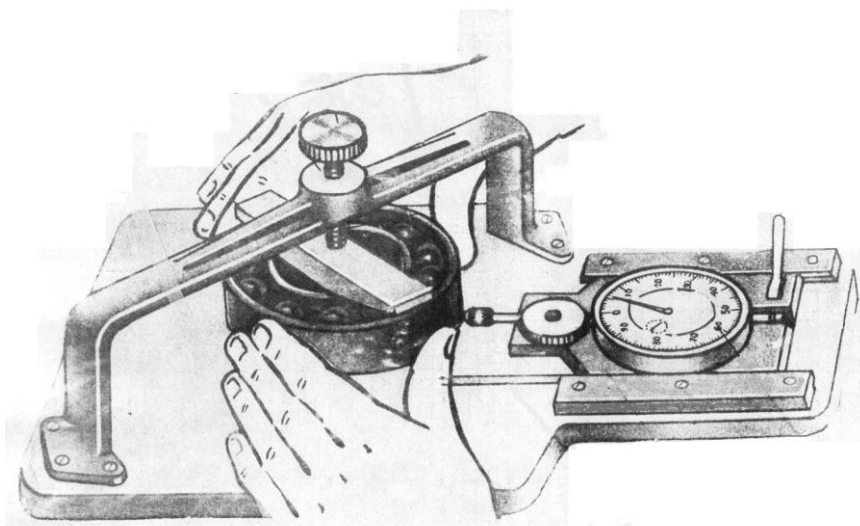


Рисунок 59 – Схема измерения радиального зазора подшипника качения на приборе КИ-1223.

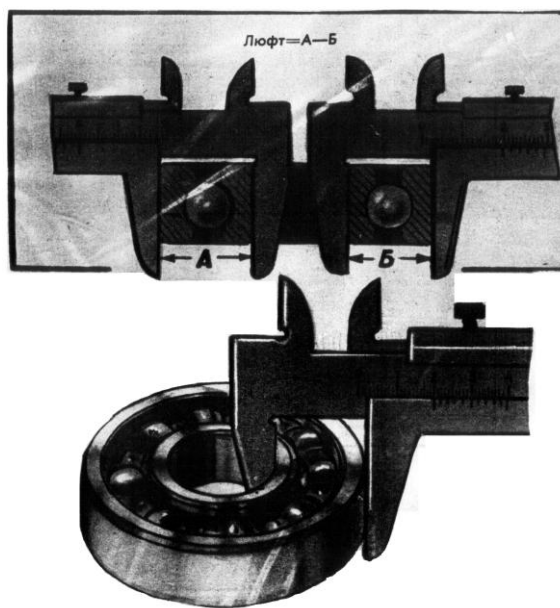


Рисунок 60 – Схема измерения радиального зазора подшипника штангенциркулем.

3) Дать заключение о годности подшипника и результаты занести в отчет о работе

## **2.4 Лабораторная работа №4 (2 часа).**

**Тема: «Укладка коленчатого вала в блок двигателя Д – 50»**

**2.4.1 Цель работы:** научиться дефектовать и укладывать коленчатый вал в блок двигателя

### **2.4.2 Задачи работы:**

Изучить и освоить технологический процесс укладки коленчатых валов дизельных двигателей с предварительным контролем размеров шеек коленчатого вала, постелей блока цилиндров и вкладышей.

### **2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Универсальный стенд для сборки двигателей.
2. Блок цилиндров двигателя Д-50.
3. Коленчатый вал двигателя Д-50.
4. Комплект вкладышей коренных подшипников.
5. Оправка («скалка») для контроля проседания постелей.
6. Прибор для проверки осевого разбега коленчатого вала.
7. Эталоны для проверки класса шероховатости поверхностей шеек коленчатого вала.
8. Шаблоны для определения радиуса галтелей.
9. Набор щупов №2.
10. Динамометрический ключ.
11. Микрометры 50-75 мм; 0-25 мм.
12. Индикаторный нутромер, укороченный КИ-2320 с пределами измерения 35...100 мм.

### **2.4.4 Описание (ход) работы:**

#### **Продефектовать коренные шейки коленчатого вала**

- 1) Проверить правильность показаний микрометра. При выявлении погрешности в показаниях – настроить прибор.
- 2) Замерить диаметры коренных шеек коленчатого вала в соответствии с направлениями измерений, показанными на рис. 69. Результаты измерений занести в таблицу отчета по работе.
- 3) При помощи шаблонов определить радиус галтелей, а по эталонам - класс шероховатости поверхностей коренных шеек коленчатого вала. Полученные данные внести в таблицу отчета.
- 4) По результатам замеров рассчитать овальность и конусообразность по каждой шейке коленчатого вала
- 5) Полученные при измерении данные и результаты расчета овальности и конусообразности шеек коленчатого вала сравнить с техническими требованиями (табл. 12, 13). Дать заключение о пригодности вала к дальнейшей эксплуатации.

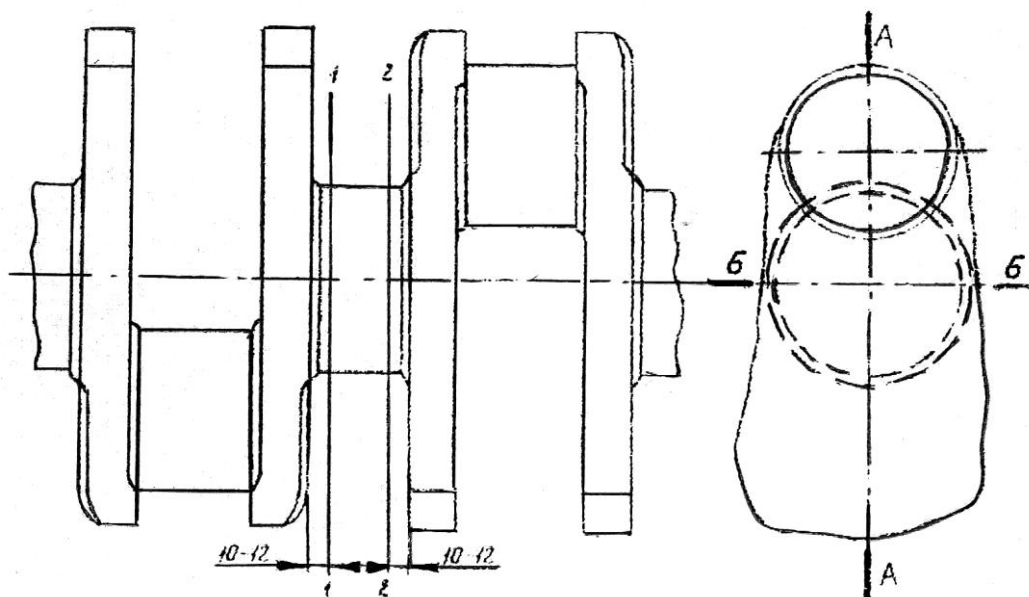


Рисунок 69 Схема направлений измерения диаметра коренных шеек коленчатого вала.

Таблица 12 – Радиусы кривошипа и галтелей шеек коленчатых валов

Марка двигателя	Радиус кривошипа, мм	Радиус галтелей шеек, мм	
		коренных	шатунных
Д-50	$62,5 \pm 0,04$	$4 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$	$4 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$
А-01М, А-41, ЯМЗ-240	$70 \pm 0,05$	$6_{-0,5}$	$6_{-0,5}$

**Продефектовать посадочные места под вкладыши блока цилиндров двигателя**

5) Протереть посадочные места под вкладыши чистым обтирочным материалом и уложить на них шлифованную и полированную оправку. Оправка должна быть одного диаметра по всей длине. Овальность, конусообразность, и биение её поверхности не должны превышать 0,01 мм.

5) Замерить щупом наличие возможного зазора между каждой постелью и оправкой, определив тем самым несоосность гнезд блока (рис. 70). Убрать оправку.

5) Поставить крышки коренных подшипников в соответствующие маркированные посадочные места. При этом необходимо обратить внимание на то, чтобы канавки под замки вкладышей у крышек располагались в одну сторону с канавками посадочных мест в блоке.

4) При постановке крышек коренных подшипников допускается посадка крышек легкими ударами молотка с медными бойками.

5) Поставить шайбы, завернуть болты и затянуть крышки, используя при этом динамометрический ключ. Последовательность и момент затяжки гаек для двигателя Д-50 показаны на рис. 71. и в табл. 14.

б) Провести настройку индикаторного нутромера по микрометру на номинальный размер отверстий посадочных мест под коренные подшипники и измерить диаметр каждого отверстия по схеме рис. 72.

Таблица 13 – Размеры коренных шеек коленчатых валов, мм

Марка двигателя	Обозначение нормальных и ремонтных размеров	Коренные шейки		Допустимая овальность и конусообразность коренных и шатунных шеек.
		нормальные	допустимые в сопряжении с новыми вкладышами	
Д-50	1Н	$75.25_{-0.095}^{+0.082}$	74,15	0,01
	2Н	$75.00_{-0.095}^{+0.082}$	74,90	
	P1	$74.50_{-0.095}^{+0.082}$	74,40	
	P2	$74.00_{-0.095}^{+0.082}$	73,90	
	P3	$73.50_{-0.095}^{+0.082}$	73,40	
А-01М	1Н	$105,00_{-0,015}$	104,95	0,02
	2Н	$104,75_{-0,015}$	104,70	
	P1	$104,50_{-0,015}$	104,45	
	P2	$104,25_{-0,015}$	104,20	
	P3	$104,00_{-0,015}$	103,95	
	P4	$103,75_{-0,015}$	103,70	
ЯМЗ-240Б, БМ	1Н	$191,92_{-0,029}$	191,85	0,02
	P1	$191,42_{-0,029}$	191,35	
	P2	$190,42_{-0,029}$	190,34	

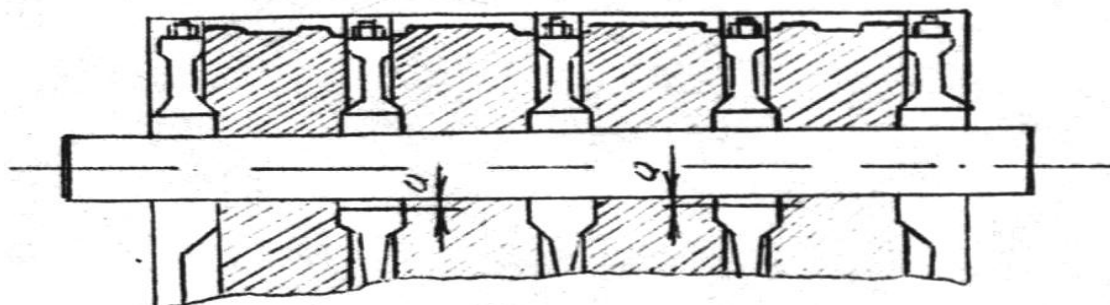


Рисунок 70 Схема контроля соосности гнезд блока цилиндров под вкладыши коренных подшипников с помощью оправки.



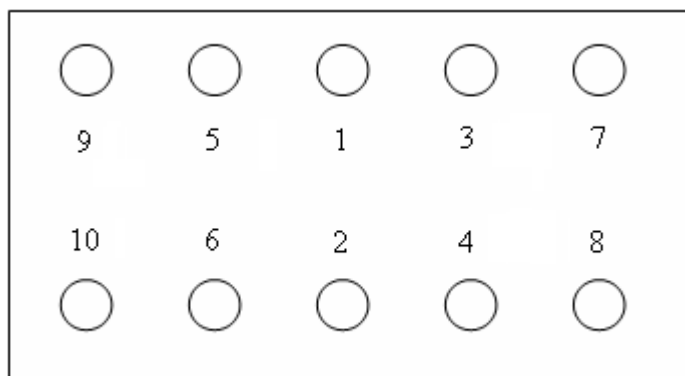


Рисунок 71 – Схема затяжки гаек коренных подшипников двигателя Д-50.

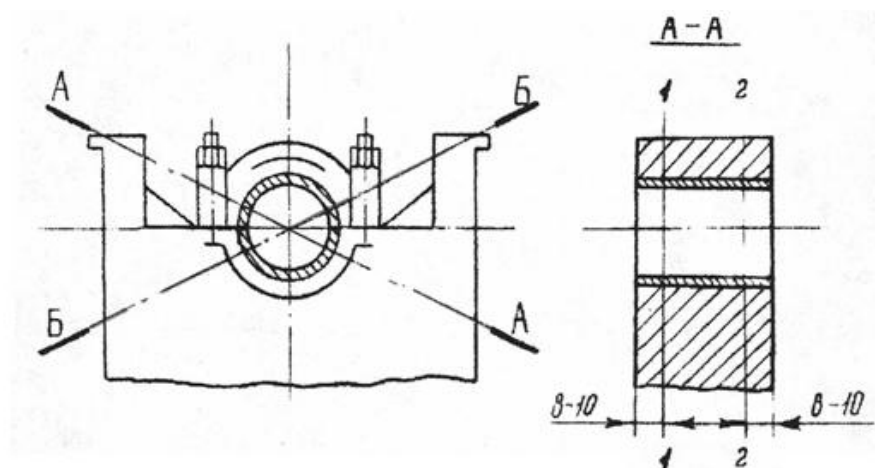


Рисунок 72 – Схема направления измерения диаметров посадочных мест и вкладышей коренных подшипников

7 ) Полученные при измерении данные занести в таблицы отчета, а результаты расчета овальности и конусообразности посадочных мест под коренные подшипники сравнить с техническими требованиями (табл. 15) и дать заключение о пригодности блока к дальнейшей эксплуатации.

8) Снять крышки подшипников при помощи приспособления – траверсы с болтом, без применения молотка.

**Продефектовать внутренние диаметры вкладышей коренных подшипников**

1) Проверить правильность комплектования коленчатого вала вкладышами.  
2) Уложить вкладыши в соответствующие гнезда крышек блока. При этом обращать внимание на ширину вкладыша и соответствующей постели, а так же на наличие отверстий для сообщения с главной масляной магистралью двигателя.

Кроме того, запрещается установка вкладышей при помощи удара по их рабочей поверхности металлическими предметами.

3) Для сокращения времени выполнения последующей операции /в учебных целях, но не на практике/, контроль диаметров проводить только для первого и пятого подшипников. Поэтому установить только на эти постели блока соответствующие крышки с вкладышами.

4) Установить шайбы, завернуть болты и затянуть их динамометрическим ключом.

5) Проверить настройку индикаторного нутромера на соответствующий номинальный размер отверстия вкладыша /исходя из размеров коленчатого вала/ и измерить диаметры отверстия по схеме на рис.72 Данные занести в таблицу отчета.

6) Снять крышки при помощи приспособления и извлечь вкладыши без применения металлических предметов.

7) Полученные результаты измерений сравнить с техническими требованиями табл. 1 и дать заключение о пригодности вкладышей к эксплуатации.

**Уложить коленчатый вал в блок**

1) Протереть вкладыши в блоке и крышках, а также коренные шейки коленчатого вала.

2) Смазать вкладыши и коренные шейки дизельным маслом.

3) Поставить в блок и крышку пятого коренного подшипника упорные ограничительные полукольца выточкой к буртику вала.

4) Уложить коленчатый вал в блок. При укладке вала не допускать ударов по поверхностям трения вкладышей.

5) Установить на свои места крышки в сборе с вкладышами.

6) Поставить шайбы, болты и затянуть их динамометрическим ключом.

7) Проверить правильность укладки вала, для чего провернуть его за штифты фланца при помощи приспособления. Коленчатый вал при этом должен свободно, без заеданий, вращаться при усилии не более 3 Н•м, приложенном к рукоятке приспособления.

Таблица 14 – Величина момента затяжки коренных подшипников динамометрическим ключом

Марка двигателя	Момент затяжки кгс•м	Длина рычага ключа, мм
Д-50	19...20	500
СМД-18	20...22	800
ЯМЗ-240	22...24	800

8) Проверить осевой разбег коленчатого вала, для чего прикрепить болтом кронштейн прибора для проверки осевого разбега вала к привалочной поверхности блока со стороны фланца коленчатого вала. Установить монтировку между щекой вала и крышкой коренного подшипника и переместить вал в одну сторону. Установить стрелку индикаторной головки на нуль при натяге пружины индикаторной головки не менее 2...3 мм /маленькая стрелка/. Затем переместить монтировкой вал в другую сторону, записать показания прибора и сравнить получившийся осевой разбег с техническими условиями. Если осевое перемещение коленчатого вала не находится в пределах номинальных значений, то необходимо снять вал и упорное кольцо или шайбу упорного подшипника и подобрать большую или меньшую толщину упорных полуколец.

9) Снять прибор для проверки осевого смещения коленчатого вала с блока двигателя.

10) Проверить зазор в сопряжении «коленчатый вал-подшипник» при помощи свинцовой пластины, для чего приподнять первую или пятую крышку подшипника и уложить свинцовую пластину так, чтобы она не оказалась в кольцевой канавке вкладыша. Затянуть крышку и провернуть вал на 2...3 оборота. Приподняв крышку, извлечь свинцовую пластину и замерить ее толщину микрометром 0-25. Записать результат измерения в соответствующую таблицу и сравнить определенный этим методом зазор с расчетным /по результатам измерений диаметров вала и вкладыша/ и с техническими требованиями.

Таблица 15 – Номинальные и допустимые без ремонта диаметры коренных опор и отклонения в форме и взаимном расположении поверхностей блока цилиндров, мм

Марка двигателя	Номинальные					Допустимые без ремонта				
	Диаметр	овальность	конусность	общая несоосность гнезд	несоосность смежных гнезд	диаметр	овальность	конусность	общая несоосность гнезд	несоосность смежных гнезд
Д-240 Д-50	$81^{+0,022}$	0,007	0,007	0,015	0,01	$81^{+0,03}_{-0,01}$	0,025	0,025	0,04	0,02
СМД-18	$98^{+0,022}$	0,02	0,02	0,03	0,02	$98^{+0,04}_{-0,02}$	0,04	0,04	0,07	0,04

11) Снять крышки подшипников и извлечь коленчатый вал из блока. Рукой снять вкладыши из постелей блока и крышек. Снять упорные ограничительные полукольца из крышки и блока. Уложить полукольца, вкладыши и крышки в комплектовочный ящик, предварительно протерев их.

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

#### 3.1 Практическое занятие № 1 (2 часа).

**Тема: «Технологический процесс разборки-сборки узла»**

##### 3.1.1 Задание для работы:

1. Описать устройство, работу и основные неисправности узла.
2. Разработать технологический процесс сборки узла.

##### 3.1.2 Краткое описание проводимого занятия:

Опираясь на разработанную ранее схему сборки узла, выделить законченные части технологического процесса выполняемые рабочими определенной профессии и квалификации (разряда) с использованием определенного оборудования и (или) инструмента, т.е. выделить технологические операции. Последовав рекомендациям литературы и (или) производя соответствующие расчеты, определить нормативы штучного ( $T_{шт}$ ) и подготовительно-заключительного ( $T_{пз}$ ) времени, а также условия выполнения этих операций: наименования и марки оборудования, инструментов, ремонтных материалов.

В журнале проделанную работу отразить посредством оформления маршрутной карты (МК). При этом информацию о технологических операциях размещать в последовательности их выполнения. Описание операции должно содержать технические условия, которые необходимо обеспечить по ее завершении.

Маршрутную карту оформлять на бланках, которые выдает преподаватель одновременно с заданием на проектирование. Заполняя МК, информацию вносить построчно в соответствии со служебными символами строк и граф (см. табл. 1).

Таблица 1 - Информация МК

Служебный символ (строки) или обозначение графы	Содержание информации
А	Информация о месте выполнения, номере и наименовании операции, обозначении документов, применяемых при выполнении операции.
Б	Информация по оборудованию и трудозатратам
Т	Информация по технологической оснастке
К	Информация по комплектации изделия (сборочной единицы)
М	Информация о прилагаемых ремонтных материалах
О	Описание (содержание) операции
Цех	Номер (код) цеха
Уч.	Номер (код) участка
РМ	Номер (код) рабочего места
Опер.	Номер операции
Код операции	Код операции по технологическому классификатору (при курсовом проектировании разрешается не проставлять)
Обозначение документа	Обозначение документов, инструкций по охране труда
Код, наименование	Код оборудования по классификатору (при курсовом проектировании)

оборудования	разрешается не проставлять). Краткое наименование и модель (марка) оборудования. (Допускается указывать только модель оборудования)
СМ	Степень механизации (при курсовом проектировании разрешается не проставлять)
Проф.	Наименование профессии
Р	Разряд работы
УТ	Условия труда (могут быть нормальные, вредные, особо вредные)
КР	Количество исполнителей (рабочих), занятых при выполнении операции
КОИД	Количество одновременно изготавливаемых (собираемых) изделий (сборочных единиц) при выполнении операции
ЕН	Единица нормирования (1, 10 или 100)
ОП	Объем производственной партии (при курсовом проектировании можно не заполнять)
К <sub>шт</sub>	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании (при курсовом проектировании можно не заполнять)
Т <sub>пз</sub>	Норма подготовительно-заключительного времени
Т <sub>шт</sub>	Норма штучного времени
ОПП	Обозначение склада, кладовой и т.п., откуда поступают комплектующие изделия
ЕВ	Единица физической величины (например, кг, л и т.д.)
КИ	Количество изделий (деталей), применяемых при сборке или получаемых при разборке
Н. расх	Норма расхода материала

Наименование операции следует (в соответствии с ГОСТ 3.1703-2003) записывать в МК именем существительным в именительном падеже, например, сборка, базирование, балансировка, застегивание, закрепление, запрессовывание, клепка, контровка, пломбирование, склеивание, стопорение, свинчивание, установка, центровка, шплинтование, разборка, распрессовывание, расшплинтовывание, развинчивание.

В ряде случаев предпочтительнее запись наименования операции с указанием выполняемых действий, например, "Сборка вала", "Сборка крышки".

Запись содержания (описание) операции начинать с ключевого слова, выраженного глаголом в неопределенной форме, например, запрессовать, установить, закрепить, застопорить, застегнуть, балансировать, контрить, базировать.

### **3.2.3 Результаты и выводы:**

Выделяются законченные части технологического процесса и технологические операции.

## **3.2 Практическое занятие № 2 (2 часа).**

**Тема: «Выбор рациональных способов устранения дефектов деталей»**

### **3.2.1 Задание для работы:**

1. Выбор рационального способа восстановления детали
2. Обоснование маршрута технологического процесса восстановления детали.

### 3.2.2 Краткое описание проводимого занятия:

Выбор рационального способа следует осуществлять поэтапно, применяя последовательно технологический, технический и экономический критерии.

Технологический критерий предусматривает отбор способов, которые практически можно применить для устранения рассматриваемых дефектов детали (без учета требований к ее надежности и обеспечиваемому экономическому эффекту). Осуществить этот отбор можно только на основе совместного анализа технологических особенностей каждого из этих способов, конструктивных отличий восстанавливаемой детали и характеристики устраняемого дефекта. При этом необходимо установить наличие или отсутствие ограничений, связанных со следующими факторами: 1) с месторасположением и статистическими характеристиками дефекта, например, со средним и максимальным значениями износа или прогиба детали; 2) с конструктивными особенностями детали, в т.ч. с точностью размеров, твердостью сопрягаемых поверхностей, допусками на отклонения формы.

Применяя технологический критерий для отбора способов устранения износа детали, следует, наряду с его статистическими характеристиками, учитывать и припуски на предшествующую (если она требуется) и последующую механические обработки восстанавливаемой поверхности, так как требуемая толщина наращиваемого слоя ( $h$ ) определяется из выражения:

$$h = z + x_1/2 + x_2/2 + I^* \quad (5)$$

где  $z$  - припуск, зависящий от применяемого способа наращивания поверхности;  $x_1$ ,  $x_2$  - припуск (на диаметр) соответственно на предшествующую и последующую механические обработки;  $I^*$  - максимальное значение одностороннего износа, которое принять равным 0,6И и 0,9И соответственно при равномерном и одностороннем изнашивании поверхности детали (где И - полный износ этой поверхности).

При восстановлении изношенной шлицевой поверхности электродуговой наплавкой с заплавлением впадин расчетную толщину наплавленного слоя определить из выражения:

$$h = z + x_2/2 + (F_{\text{ен}} \cdot n) / (\pi \cdot D_{\text{ср}}) \quad (6)$$

где  $F_{\text{ен}}$  - площадь поперечного сечения шлицевой впадины с учетом износа шлица (при курсовом проектировании определять как площадь трапеции);  $n$  - количество шлицевых впадин;  $D_{\text{ср}}$  - средний диаметр шлицевой поверхности.

Принципы выбора припусков  $x_1$  и  $x_2$  одни и те же. Но следует иметь в виду, что при применении некоторых способов предшествующую обработку восстанавливаемой поверхности детали производить нецелесообразно. Так, например, в большинстве случаев не обрабатывают детали перед механизированной наплавкой. В то же время перед электролитическим наращиванием их всегда шлифуют.

При курсовом проектировании с помощью технологического критерия отбирать способы, позволяющие устранить дефект в интервале варьирования его величины от минимального до минимального значения.

Исходные данные для применения технологического критерия получить на основе анализа литературы, рекомендованной для самостоятельного изучения учебной дисциплины "Надежность технических систем".

Проделанную работу по применению этого критерия отразить в расчетно-пояснительной записке курсового проекта путем обоснования (с проведением расчетов) необходимого интервала варьирования толщины наращиваемого слоя и имеющихся

ограничений на применение тех или иных способов устранения каждого из дефектов детали. Затем перечислить 4-5 способов, отобранных для дальнейшего рассмотрения с применением других критериев.

Технический критерий предусматривает анализ уже отобранных способов (с помощью технологического критерия) с целью выявления, среди них тех, которые обеспечивают работоспособность восстановленной детали и требуемые значения показателей ее надежности, обусловленные параметрами рабочего (ремонтного) чертежа детали: ее материалом; твердостью и шероховатостью изнашиваемых поверхностей и способами их обеспечения; точностью размеров и формы и др.

Но современные способы устранения дефектов очень редко позволяют возобновить начальные значения параметров деталей, так как ориентированы в первую очередь на восстановление их эксплуатационных свойств, прямо связанных с показателями надежности. Для трущихся поверхностей главным из этих свойств является износостойкость. В то же время для деталей, подверженных действию повторно-переменных нагрузок, не менее важным свойством является усталостная прочность, а при динамических нагрузках (особенно при работе в условиях низких температур) - ударная вязкость. Срок службы деталей, подверженных действию агрессивной внешней среды, определяется коррозионной стойкостью их материала, а испытывающих воздействие высоких температур - его теплостойкостью.

Для металлопокрытий, которые будут воспринимать значительные ударные или знакопеременные нагрузки, важной характеристикой является прочность их сцепления с основным металлом детали, которая должна быть не менее 500 МПа. В остальных случаях допустимо его уменьшение до 200 МПа для наружных и 50 МПа - для внутренних поверхностей.

Важным параметром при применении технического критерия является твердость, с увеличением которой износостойкость детали, в большинстве случаев, повышается. Твердость зависит не только от способов наращивания и последующего упрочнения поверхности (если последнее применяется), но и от применяемого режима. Поэтому каждый способ наращивания поверхности детали характеризуется определенным интервалом варьирования обеспечиваемой твердости.

Исходные данные для применения технического критерия содержатся в учебной и специальной производственной литературе. Прделанную работу по использованию этого критерия отразить в расчетно-пояснительной записке перечислением с обоснованием (в том числе ссылками на литературу) физико-механических к эксплуатационных свойств материала детали, которые следует обеспечить в процессе восстановления. Затем указать (с обоснованием) два-три способа устранения дефектов, позволяющие удовлетворить эти требования (из числа способов, ранее отобранных по технологическому критерию).

Экономический критерий предназначен для выявления: наиболее экономичного технологического процесса восстановления детали, базирующегося на одном из способов устранения ее рассматриваемого дефекта, отобранных при использовании технического критерия.

Ответ, полученный после решения этой задачи, будет иметь достаточный уровень достоверности в том случае, если стоимость ( $c_6$ ) технологических процессов рассчитана с необходимой и одинаковой полнотой. Основными ее элементами являются:

$c_d$  - остаточная стоимость восстанавливаемой детали;

$c_m$  - стоимость ремонтных материалов;

$c_3$  - стоимость силовой электроэнергии (если она не является составной частью стоимости накладных расходов);

$c_{61}$  - стоимость заработной платы и накладных расходов, не зависящих от годового выпуска (годовой программы) восстановленных деталей;

$c_{63}$  - стоимость затрат на амортизацию технологического оборудования с учетом нормативной прибыли;

$c_{64}$  - стоимость затрат на амортизацию производственного здания с учетом нормативной прибыли.

Так как стоимости  $c_{63}$  и  $c_{64}$  зависят от годовой программы ( $W$ ), то стоимость восстановленной детали  $c_6$  следует рассчитывать при определенном значении  $W$ . Практический интерес представляет и задача по определению значения  $W$ , при котором достигается минимальное значение стоимости  $c_6$ .

Используя экономический критерий, обычно сравнивают стоимость  $c_6$  с оптовой ценой новой детали ( $c_n$ ), учитывая при этом и отношение ресурсов восстановленной и новой деталей (коэф.  $k_p$ ).

Избежать многих ошибок и больших затрат времени при применении этого критерия с определением всех элементов стоимости  $c_6$  и соблюдением целого ряда условий возможно, если проводить вычисления на ЭВМ по специальной программе.

Дать обоснование выбора оборудования.

Сделать заключение по данным распечаток ЭВМ и завершить выбор рациональных способов устранения дефектов восстанавливаемой детали с учетом дефицитности необходимых ремонтных материалов и оборудования, а также возможности создания поточной механизированной линии и вероятности отрицательного воздействия технологических процессов на окружающую среду.

Обосновать маршрут технологического процесса:

а) указать наименование всех технологических операций, необходимых для восстановления детали при удовлетворении требований, предъявляемых к запчастям, в том числе и в части сохраняемости;

б) установить последовательность выполнения операций, обеспечив прямоточность движения детали и не допустив отрицательного воздействия последующей операции на качественные показатели детали, обеспечиваемые на предыдущей операции.

Первой операцией должна быть очистка (мойка); второй - дефектация; третьей - (как правило) - исправление технологических баз, а заключительными - мойка (только в редких случаях она не требуется), окраска (для немногих деталей), консервация. Необходимость выполнения этих операций и в данной последовательности очевидна и ее обосновывать в записке не нужно.

Это обоснование надо сделать по отношению операций, осуществление которых может вызвать деформацию детали, изменить структуру и механические свойства ее материала. К таким операциям относятся сварка, наплавка, закалка и др.

Необходимо так же обосновывать целесообразность применения предшествующей (перед наращиванием поверхности) механической обработки, а также правки, упрочнения.

### **3.2.3 Результаты и выводы:**

Выполнить обоснование по выбору рационального способа восстановления детали по техническим, технологическим и экономическим критериям.

## **3.3 Практическое занятие № 3 (2 часа).**

**Тема: «Условия выполнения технологических операций»**

### **3.3.1 Задание для работы:**

1 Выбор ремонтных материалов, режимов, оборудования, оснастки, средств измерения.

2 Расчет технологических параметров обработки восстанавливаемой детали.



### **3.3.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Условия определяют применяемые ремонтные материалы, режим, оборудование, техоснастка: приспособления, инструмент (вспомогательный, режущий, слесарно-монтажный, специальный), средства измерения.

Выбирая условия, следует стремиться обеспечить достижение заданного качества работы при минимально возможных затратах труда, ремонтных материалов, энергии.

При отборе ремонтных материалов, наряду с необходимостью обеспечения требуемых физико-механических и эксплуатационных свойств получаемых металлопокрытий, необходимо учитывать их стоимость, дефицитность и вероятность отрицательного воздействия на окружающую среду. Информация о ремонтных материалах содержится в специальной литературе, пример, в /6/.

Выбор обрабатывающего инструмента и назначение соответствующего ему режима выполнения технологической операции должно предшествовать выбору оборудования, которое должно позволять реализовать этот режим, прямо определяющий эффективность процесса. При этом наиболее ответственной задачей является установление величины параметров режима, прямо влияющих на величину основного времени обработки, например, частоты вращения детали, продольной подачи инструмента и числа его проходов.

При курсовом проектировании расчеты параметров режимов технологических операций, как правило, не производить, отдавая предпочтение режимам, приведенным в литературе, например, в /6,7,14/. Следует указать только исходные данные, которые были использованы, например, величину твердости обрабатываемой поверхности, допустимую глубину проплавления основного металла и т.д.

При выборе оборудования принять во внимание не только необходимость обеспечения ранее назначенного режима, но и на согласование конструктивных размеров детали (например, длины, радиуса описываемой окружности при вращении, массы и др.) с технической характеристикой оборудования (например, с ВЦ, МЦР, максимальным диаметром сверления или растачивания и др.). Важное значение имеет стоимость и габариты оборудования, степень механизации и автоматизации работ, в т.ч. при установке и снятии детали.

Операционные приспособления выбирать с целью обеспечения требуемого качества обрабатываемой детали и сокращения времени на ее установку и снятие со станка, и на подготовку к обработке.

Выбранные средства измерений должны обеспечивать возможность контроля параметров восстанавливаемой детали с погрешностью не более 20-40% от допуска на контролируемый параметр.

Работу по выбору условий выполнения технологических операций отразить в записке посредством приведения только исходных данных, которые были приняты во внимание, например, твердость и структура материала обрабатываемой поверхности; конструктивные особенности; масса и размеры восстанавливаемой детали и т.д.

Конкретные марки, модели и т.д. указать только в маршрутной и соответствующих операционных картах.

### **3.3.3 Результаты и выводы:**

Определяются применяемые ремонтные материалы, режимы обработки, оборудование, техоснастка, измерительное оборудование для обеспечения заданного качества восстанавливаемой детали.

### **3.4 Практическое занятие №4 (2 часа).**

**Тема: «Изучение нормативов затрат труда и ремонтных материалов на восстановление детали»**

#### **3.4.1 Задание для работы:**

- 1 Определение затрат труда на восстановление детали.
- 2 Определение затрат ремонтных материалов на восстановление детали.

#### **3.4.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Нормативы затрат на выполнение технологических операций следует определять исходя из среднего значения величины дефекта, например, среднего значения износа детали.

В описании необходимо представить доводы, положенные в основу при нахождении исходных значений параметров расчетных формул, а также конкретные величины этих параметров. Если одна и та же формула используется для расчета нормативов по нескольким операциям, то исходные данные показать в таблице, по строкам которой разместив наименования операций, а в заголовках граф - буквенные символы параметров формулы. Результаты выполненных расчетов показывать только в маршрутной и операционных картах.

Вспомогательное время ( $T_v$ ), связанное с установкой, закреплением и снятием детали, определить по таблицам справочника с учетом массы детали, способа ее закрепления и выверки. Конкретные значения учтенных факторов и представить в описательной части.

Время  $T_v$ , связанное с проходом, также определить по нормативам работы (справочник), приняв во внимание конструктивные особенности используемого оборудования.

Дополнительное время ( $T_d$ ) принять в размере 6-9% от оперативного времени ( $T_{оп}$ ).

Подготовительно-заключительное время ( $T_{пз}$ ), зависящее от длительности перестройки оборудования на новую партию деталей, сложности заменяемой техоснастки, конструкции обрабатываемых деталей и др., определить по данным работы (справочник). Для установления доли  $T_{пз}$ , приходящейся на одну деталь, надо вычислить отношение  $T_{пз}/N$ , где  $N$  – принятый объем партии деталей, который не может быть меньше величины, рассчитанной по формуле:

$$N \geq T_{пзв} / (k \cdot T_{штв}) \quad (7)$$

где  $T_{пзв}$ ,  $T_{штв}$  - соответственно подготовительно-заключительное и штучное время ведущей операции техпроцесса (обычно самой трудоемкой);  $k$  - коэффициент, определяющий допустимые затраты рабочего времени на смену партии деталей. Значение этого коэффициента принимают равным 0,15-0,18 для мелкосерийного производства и 0,04-0,05 - для крупносерийного.

Общая масса объема партии деталей должна кроме того, быть кратной грузоподъемности контейнера выбранной моечной машины. Для машины АМ-800ВС эта грузоподъемность равна 200 кг. Норма расхода ремонтного материала рассчитать после определения основного времени ( $T_o$ ) операции и значения параметра ее режима, от которого и зависит этот расход. Так при электродуговой наплавке проволочным электродом таким параметром является скорость подачи электродной проволоки.

Итоговые результаты установления рассматриваемых нормативов представить в ведомости расчета себестоимости и отпускной цены восстановленной детали.

### 3.4.3 Результаты и выводы:

Выполняется расчет затрат на технологические операции при восстановлении детали.

### 3.5 Практическое занятие № 5 (2 часа).

**Тема: «Разработка документов на технологический процесс восстановления детали»**

#### 3.5.1 Задание для работы:

- 1 Разработка маршрутной карты восстанавливаемой детали.
- 2 Оформление маршрутной карты восстанавливаемой детали.

#### 3.5.2 Краткое описание проводимого занятия:

Комплектность технологической документации зависит от заданного вида описания разрабатываемого техпроцесса, которое может быть маршрутным, маршрутно-операционным и операционным. Наиболее детальным является операционное описание. При выполнении следует применять, как правило, маршрутно-операционное описание, при котором операционные карты и эскизы разрабатывают только на основные технологические операции (разрабатывать на две операции). Кроме того следует оформить титульный лист технологического процесса, карту дефектации, карту контроля, ведомость расчета себестоимости и отпускной цены.

Маршрутную карту заполнять, используя данные табл.1 и соответствующие указания, приведенные выше, а также дополнительную информацию, представленную в табл.2.

Таблица 2 - Образец заполнения МК

Служебный символ строки или обозначение графы	Содержание информации
КИМ	Коэффициент использования материала
КД	Количество деталей
МЗ	Масса заготовки
К <sub>в</sub>	Коэффициент восстановления (вероятность выполнения технологических операций и переходов)
ОП	Объем производственной партии деталей
К <sub>шт</sub>	Коэффициент штучного времени (при курсовом проектировании можно не заполнять)
МØ1	Марка, твердость материала обрабатываемой поверхности
МØ2	Масса и размеры детали (заготовки)
Р	Режим выполнения технологической операции
ОК	Операционная карта
МК	Маршрутная карта

Запись информации по строкам МК осуществлять, придерживаясь следующей очередности расположения служебных символов: А, Б, К (М), О, Т, Р. Техоснастку вписывать в МК и ОК в последовательности; приспособления, инструмент вспомогательный, инструмент режущий, инструмент слесарно-монтажный, инструмент специальный, средства измерений.

Запись, связанная с информацией о комплектующих изделиях, материале, техоснастке, режиме, а также описание операции производить по всей строке с

возможностью переноса на следующую строку. Отдельные наименования, марки, модели и т.д. разделять точкой с запятой. Количество необходимой оснастки можно указать в скобках по типу: "Резец проходной ВК6М (2)".

Наименование операции должно соответствовать требованиям соответствующего ГОСТа. Наиболее употребительными операциями являются мойка, дефектация, сварка, наплавка, пайка, склеивание, базирование, токарная, сверлильная, фрезерная, прессовая, закалка, консервация.

В МК допускается в виде исключения давать подробное описание отдельных операций с приведением режимов после символа "Р" и отдельных переходов после символа "О".

В МК и ОК обязательно указывать параметры, которые необходимо обеспечить после завершения отдельных операций или переходов (размеры с допусками, шероховатость, твердость и т.д.).

Для учета различий в вероятностях выполнения операции и ее отдельных переходов служат коэффициенты восстановления деталей  $k_v$ , значения которых следует в обязательном порядке вписывать в МК и ОК. При этом надо иметь в виду, что если операция направлена на устранение только одного дефекта детали, то вероятность выполнения операции и всех ее переходов будет одинаковая. В этом случае ее следует учесть только при разработке ведомости расчета себестоимости и отпускной цены.

Если же осуществление операции связано с устранением двух и более дефектов детали, коэффициенты восстановления которой различаются между собой, то для учета неодинаковой вероятности выполнения отдельных технологических переходов расчет затрат на выполнение операции основного и вспомогательного времени следует вести по формулам:

$$T_0 = \sum_j T_{0j} k_{vj} / k_{vjmax} \quad (8)$$

$$T_v = \sum_j T_{vj} k_{vj} / k_{vjmax} \quad (9)$$

где  $l$  - количество технологических переходов в операции;  $T_{0j}$ ,  $T_{vj}$  - затраты соответственно основного и вспомогательного времени на выполнение  $j$ -ого перехода;  $k_{vjmax}$  - наибольшее из значений коэффициентов  $k_{vj}$ .

Вероятность выполнения самой операции, равная значению  $k_{vjmax}$  и в этом случае надо учесть при расчете себестоимости и отпускной цены восстановленной детали.

Для пояснения сказанного рассмотрим пример, когда  $T_{01}=3$ ;  $T_{02}=4,0$ ;  $T_{03}=2,0$ ;  $T_{v1}=0,2$ ;  $T_{v2}=0,6$ ;  $T_{v3}=0,4$  (время везде в минутах);  $k_{v1}=0,7$ ;  $k_{v2}=0,5$ ;  $k_{v3}=0,3$ .

Тогда  $k_{vjmax}=0,7$  и

$$T_0 = 1,0 \cdot 0,7 / 0,7 + 4,0 \cdot 0,5 / 0,7 + 2,0 \cdot 0,3 / 0,7 = 4,2$$

$$T_v = 2,0 \cdot 0,7 / 0,7 + 0,6 \cdot 0,5 / 0,7 + 0,4 \cdot 0,3 / 0,7 = 0,8$$

Учет коэффициентов  $k_v$  при разработке МК и ОК позволяет повысить объективность оплаты труда рабочего и определения расхода ремонтных материалов и (если требуется) электроэнергии, которые тесно связаны с величиной основного времени.

При разработке МК и ОК руководствоваться образцами оформленных технологических документов (см. ниже).

На операционном эскизе показать тонкими линиями контуры детали, а утолщенными - элементы, которые изменяются в результате выполнения операции. Проставить размеры (с допусками) и параметры шероховатости, которые необходимо обеспечить с помощью

условных графических обозначений показать базирование и закрепление детали на станке или в приспособлении (см. образец выполненного операционного эскиза).

Примеры нанесения обозначений опор, зажимов и установочных устройств даны в учебном пособии.

При заполнении карты контроля следует указать значения тех параметров детали, которые требуется обеспечить у восстановленной детали. Ниже дан пример оформления карты контроля.

Расчеты, необходимые при заполнении ведомости расчета себестоимости и отпускной цены восстановленной детали, выполнять по формулам:

$$c_3 = \sum_j^m P_{acuj} k_{vjmax} \quad (10)$$

$$c_m = \sum_j^m c_{mj} k_{vjmax} \quad (11)$$

где  $c_3$  - стоимость прямой (без премиальной надбавки) заработной платы рабочих, расходуемой на восстановление детали;  $m$  - количество операций в разработанном технологическом процессе;  $c_{mj}$  - стоимость учитываемых ремонтных материалов, расходуемых на выполнение  $j$ -ой операции;  $P_{acuj}$  - стоимость прямой заработной платы рабочего за выполнение  $j$ -ой операции, определяемая по формуле:

$$P_{acuj} = T_{шкj} \cdot \phi_j / 60 \quad (12)$$

где  $T_{шк}$  - штучно/калькуляционное время, мин;  $\phi$  - часовая тарифная ставка, коп/ч.

Основная заработная плата больше суммы расценок по отдельным операциям на величину премии за выполнение норм выработки, которую принять равной 20% (от этой суммы). Сумма израсходованных материалов суммируется с остаточной стоимостью детали  $c_d$ .

Если для восстановления детали использован энергоемкий технологический процесс, то стоимость израсходованной электроэнергии определить по выражению:

$$c_э = \sum_j^n c_{эj} k_{vjmax} \quad (13)$$

где  $n$  - количество энергоемких операций;  $c_{эj}$  - стоимость электроэнергии, потраченной на выполнение  $j$ -ой операции.

В помещенном в методических указаниях образце заполненной ведомости расчета себестоимости и отпускной цены восстановленной детали численные значения при буквенных символах элементов себестоимости носят достаточно условный характер так как они не являются одними и теми же для каждого ремонтного предприятия.

### 3.5.3 Результаты и выводы:

Формирование маршрутной карты выполнения технологических процессов восстановления детали с учетом маршрутного или маршрутно-технологического описания.