

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, НАДЕЖНОСТИ,
РЕМОНТА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Тюрева А.А., Михальченков А.М., Козарез И.В.

ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА МАШИН

**Учебное пособие для выполнения лабораторных работ
по дисциплине «Технология ремонта машин»
для студентов очной и заочной форм обучения,
обучающихся по направлению подготовки
110800 «Агроинженерия»**

Брянск – 2015

УДК 631.3.004.67 (076)
ББК 40.72:30.82
Т 98

Тюрева, А.А. Технология ремонта машин / А.А. Тюрева., А.М. Михальченков, И.В. Козарез – Брянск: Изд-во Брянского ГАУ, 2015. – 1 с.

Учебное пособие разработано к.т.н., доцентом Тюревой А.А., д.т.н., профессором Михальченковым А.М., к.т.н., доцентом Козарез И.В. и предназначено для студентов очной и заочной формы обучения высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 110800 «Агроинженерия»

Рецензенты: д.т.н., профессор Купреенко А.И.
к.т.н., профессор Спиридонов В.К.

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к изданию Методическим советом инженерно-технологического факультета, Протокол № ____ от _____.2015г.

© А.А. Тюрева, 2015
© А.М. Михальченков, 2015
© И.В. Козарез, 2015
© Брянский ГАУ, 2015

ВВЕДЕНИЕ

Согласно учебного плана подготовки бакалавров по направлению 110800 «Агроинженерия» для формирования компетенций: ОК-6, ОК-7, ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-12, ПК-14, ПК-16, ПК-23 предусмотрено изучение дисциплины, относящейся к профессиональному циклу - «Технология ремонта машин». Выполнение лабораторных работ по указанной дисциплине закрепляет и углубляет теоретические знания и получить практические навыки по дефектации, комплектованию, сборке, восстановлению деталей, разработке технологических операций, установлению технически обоснованных норм времени и оформлению технологических документов, необходимые в последующей практической деятельности.

Выполнение лабораторных работ требует самостоятельности и высокой творческой активности студентов. При этом необходимое внимание должно уделяться вопросам качества, производительности труда, экономии трудовых и материальных затрат.

Студент допускается к выполнению лабораторной работы только после проверки знания им теоретических положений, цели, задач, содержания и порядка выполнения работы. Студенты, имеющие неудовлетворительные знания, к ее выполнению не допускаются.

Студенты, выполняющие лабораторную работу, должны:

- изучить правила техники безопасности, касающиеся выполняемой работы;
- ознакомиться со средствами технологического оснащения;
- изучить методику проведения экспериментов и порядок обработки их результатов.

Результаты работы оформляют в виде отчета на листах формата А4.

Работа считается выполненной после просмотра и подписи отчета преподавателем. Выполненная работа защищается перед преподавателем, ведущим занятия.

ОЧИСТКА ОБЪЕКТОВ РЕМОНТА

Цель работы. Изучить виды загрязнений с.-х. техники, моющие средства и технологию очистки машин, сборочных единиц и деталей.

1 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Виды и характеристика загрязнений

Загрязнений (нежелательные отложения на поверхности деталей) подразделяют на: углеродистые отложения (нагары, лаковые пленки и асфальтосмолистые вещества); отложения нежирового происхождения на наружной поверхности (пыль, вода, накипь) машин и агрегатов; остатки топливно-смазочных материалов (Приложение А, таблицы 1 и 2). Также в ремонтной практике принято делить загрязнения на: *наружных поверхностей и внутренних поверхностей*, для удаления последних, как правило, требуется применение специальных средств и методов очистки.

Таблица 1 – Объекты очистки и основные виды загрязнений

ОБЪЕКТ ОЧИСТКИ	ВИД ЗАГРЯЗНЕНИЯ
1	2
Машина в сборе	Дорожная грязь; почвенные и растительные остатки; остатки топливно-смазочных материалов и ядохимикатов; продукты коррозии
Сборочные единицы: коробки передач; задние и передние мосты; трансмиссии; двигатель; рама: гидравлическая и топливная аппаратура	Дорожная грязь; почвенные и растительные остатки; остатки топливно-смазочных материалов; трансмиссионные масла
Детали коробок передач, трансмиссий, ведущих мостов, гидравлических систем	Остатки трансмиссионных и гидравлических масел; асфальтосмолистые отложения
Детали и сборочные единицы двигателей, блок цилиндров, головки цилиндров, картер маховика, шатуны, масляная центрифуга, шестерни, коленчатый вал	Асфальтосмолистые отложения; остатки ТСМ; продукты коррозии

Продолжение таблицы 1

1	2
Головки цилиндров; коллекторы выпускные и впускные; корпус и крыльчатка водяного насоса; корпус турбины; патрубок водяного насоса	Нагар; накипь; продукты коррозии
Элементы масляных фильтров; запасные части	Асфальтосмолистые отложения; консервационная смазка
Все детали двигателей, гидро- и топливной аппаратуры, трансмиссий, коробок передач, коленчатый вал	Асфальтосмолистые отложения в каналах
Детали из черных и цветных металлов	Окисные пленки, остатки лакокрасочных покрытий
Крепеж и мелкие детали (оси, втулки, коромысла)	Остатки масел, продукты коррозии, асфальтосмолистые отложения

Таблица 2 – Классификация и характеристика загрязнений

Вид загрязнений	Площадь загрязнений поверхностей, мм ²		Толщина слоя загрязнений, мм	Масса загрязнения, кг		Состав
	внутренних	наружных		двигатель	автомобиль	
1	2	3	4	5	6	7
Остатки:						
– перевозимых грузов		до 15	до 60		4...50	ядохимикаты, растит. остатки
– масел двигателей	12...24	10...15	0,5...10	до 3,0	до 3,0	масло, вода,
– смазочных материалов		10...25	0,1...10		3...4	топливо, механические при-
– пластических смазочных материалов		6...10	0,1...12		до 4,0	меси, частички износа и т.д.
– консервационных смазочных материалов		до 6	0,1...2	до 1,0	1...2	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Пылегрязевые	5...10	5...12	0,5...10	0,2...1	5...20	Минеральные частицы
Масляно-грязевые	75...80	55...60	0,5...15	1,5...2, 5	3,0...1 2	органические и минеральные вещества, вода и т.д.
Асфальтосмолистые отложения, лаковые пленки	30...40		0,5...5	0,2...0, 3		смолы, асфальтены, минеральные частицы и т.д.
Углеродистые отложения, нагар	2...3		0,3...8	0,1...0, 2		смолы, асфальтены, минеральные частицы и т.д.
Накипь	10...15		1,0...5	0,1...1, 3		SiO ₂ , CaO, MgO
Продукты коррозии	2,0...3,0		0,1...0,3	0,1...0, 3	0,1...0, 8	Смесь FeO, Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄ , Al ₂ O ₃
Старые лакокрасочные покрытия	20...25	до 85	0,1...1,5	0,4...0, 6	до 5,0	

Углеродистые отложения представляют собой продукты термooкисления топливно-смазочных материалов и имеют различные прочность и сцепление с поверхностью деталей.

При сгорании топлива и масел образуется *нагар*, который оседает на стенках камер сгорания, клапанах. Под действием высокой температуры на шатунах, внутренних поверхностях поршней, коленчатых валах возникают *лаковые пленки*. *Асфальтосмолистые вещества* представляют собой асфальтоны, карбоны и карбоиды. Откладываются на стенках картеров, щеках коленчатых валов, распределительных шестернях, масляных насосах, фильтрах и маслопроводах.

Накипь откладывается в системе охлаждения в виде солей кальция и магния и существенно влияет на теплообмен. В состав накипи входят карбонаты кальция и магния, гипс, силикаты.

Технологические загрязнения (металлическая стружка, остатки притирочных паст, шлифовальных кругов) образуются при ремонте, сборке, обкатке и служат причиной повышенного износа поверхностей деталей.

Также на поверхностях деталей могут находиться: продукты коррозии, окисные пленки, остатки лакокрасочных покрытий, почвы, растений, ядохимикатов и топливно-смазочных материалов.

К способам предупреждения загрязнения относят:

- введение присадок для уменьшения коррозионной активности нефтепродуктов;
- нанесение соответствующих покрытий для уменьшения сцепляемости осадков;
- повышение уровня технической эксплуатации, заправку чистой водой, топливом, качественными смазочными материалами.

1.2 Способы и средства очистки

1.2.1 Способы очистки

Различают физико-химический, электрохимический, ультразвуковой, термический и механический способы очистки.

Физико-химический способ (струйный и в ваннах). Загрязнения с поверхностей деталей удаляют водными растворами различных препаратов или специальными растворителями при определенных условиях (режимах): высокая температура моющего химического раствора (75...95 °С); наличие вибрирующего потока или струи при значительном давлении; применение эффективных моющих средств. Этот способ получил наибольшее применение на ремонтных предприятиях.

Электрохимический способ. Используют токопроводящий электролит, и очистку проводят при постоянном или переменном токе. Чаще при-

меняют ток плотностью 3... 10 А/дм². С ее увеличением процесс обезжиривания поверхности активизируется. Электрохимическую очистку широко используют при подготовке деталей к нанесению гальванических, полимерных и лакокрасочных покрытий.

Ультразвуковой способ. Он основан на передаче энергии от излучателя ультразвуковых колебаний через жидкую среду к очищаемой поверхности. При частоте колебаний 20...25 кГц возникают большие ускорения, что приводит к появлению в жидкой среде мелких пузырьков (явление кавитации), при разрыве которых в микрообъемах возникают гидравлические удары большой силы. Они разрушают углеродистые отложения в течение 2...3 мин, масляные пленки – 30...40 с. Ультразвуковой способ применяют для очистки мелких деталей сложной конфигурации (деталей карбюраторов, топливных насосов и электрооборудования).

Термический способ. Его используют для очистки деталей от наиболее стойких углеродистых отложений (нагара, асфальтенов). Деталь помещают в термическую печь, нагревают до температуры 600...700° С, выдерживают в течение 2...3 ч и затем медленно охлаждают вместе с печью. С деталей, не подверженных короблению, нагар удаляют выжиганием газовым пламенем.

Механический способ. Очищают вручную скребками, щетками и т. п., а также используют специальное оборудование для подачи косточковой крошки, абразивов и других материалов вместе с воздухом, водой или моющим раствором на загрязненные поверхности.

1.2.2 Средства очистки

Наибольшее распространение во всех процессах мойки и очистки получили *синтетические моющие средства* (СМС), основу которых составляют ПАВ и ряд щелочных солей. Синтетические моющие средства допускают очистку деталей одновременно из черных, цветных и легких металлов и сплавов. Они хорошо растворяются в воде, не токсичны, не вы-

зывают ожогов кожи, пожаробезопасны и биологически разлагаемы при сливе в канализацию. Очищенные узлы и детали после очистки не корродируют и не требуют специального ополаскивания.

«Аэрол» — кремнеобразная масса от белого до светло-желтого цвета (рН = 7,0...8,5). Состав (% по массе): карбоната натрия – 12...13; паста ДМС – 25...30; синтетические жирные кислоты – 18...20; остальное – вода. С помощью «Аэрола» удаляются маслянистые и грунтовые загрязнения. Очистка деталей, узлов и агрегатов проводится в ваннах и моечных машинах. Концентрация средства в рабочем растворе составляет 80 г/л. После очистки поверхность деталей промывают водой.

«Анкрас» – порошок от белого до светло-желтого цвета. Состоит из ПАВ, органического растворителя, соразтворителя, щелочных компонентов и наполнителя. Применяют для тех же целей, что и аэрол.

МС-6 – зернистый порошок от белого до светло-желтого цвета (рН = 11,5...12,2). Состав (% по массе): синтанол ДС-10 – 6; триполифосфат натрия – 25; метасиликат натрия – 6,5; карбонат натрия – 34...37; вода – до 100. Применяют для очистки шасси, а также для очистки сильно загрязненных поверхностей деталей (свыше 75 г/м²). Рабочая концентрация раствора составляет: 10 г/л – при наружной очистке автомобилей; 15 г/л – для очистки агрегатов трансмиссии и ходовой части в сборе; 15...20 г/л – для агрегатов и ходовой части в разобранном виде.

МС-8 – зернистый порошок светло-желтого цвета (рН = 11,5...12,2). Состав средств (% по массе): синтамид – 5...8; триполифосфат натрия – 25; метасиликат натрия – 6,5; карбонат натрия – 32...36; вода – до 100. Применяют для очистки сильно загрязненных двигателей, их сборочных единиц и деталей (свыше 75 г/м²). Используют в виде подогретых до 75... 80° С водных растворов в концентрациях: 25...30 г/л – для очистки двигателя в сборе в выварочных ваннах; 10 г/л – для очистки двигателей в сборе в струйных моечных машинах; 20 г/л – для очистки внутренних поверхностей циркулярным способом и для очистки сборочных единиц и деталей,

МС-15 – порошок белого цвета (рН = 11,2...12,1). Состав (% по массе): оксифос Б – 6...8; триполифосфат натрия – 22...24; метасиликат натрия – 5,5; карбонат натрия – 41...44; вода – до 100. Применяют для очистки двигателей, их сборочных единиц и деталей от смолообразных и масляных отложений методом погружения в ванну; струйных и циркуляционных способах мойки. Используется в виде водных растворов концентрацией 20 г/л при 80...90° С.

«*Лабомид*» имеет несколько модификаций (таблица 3). Все модификации «*Лабомид*а» при обычных условиях являются порошками от белого до светло-желтого цвета (рН = 10...12). Применяют для очистки агрегатов от эксплуатационных загрязнений, отдельных деталей из черных и цветных сплавов от масляных и асфальто-смолистых отложений.

Таблица 3 – Состав *Лабомид*а (% по массе)

Наименование компонента	Модификация			
	101	102	203	204
Сиитанол ДТ-7	4	4	8	8
Акилсульфаты натрия (первичные)	–	–	2	2
Карбонат натрия	50	56	50	50
Триполифосфат натрия	30	20	30	20
Метасиликат натрия	–	20	–	10
Силикат натрия (жидкое стекло)	16	–	10	10

«*Лабомид*» 101 и 102 применяют в машинах струйного типа в виде водных растворов концентрацией 20...30 г/л при температуре 70...80° С. «*Лабомиды*» 203 и 204 используют в машинах погружного типа с различными средствами возбуждения. Температура раствора в выворочных ваннах 90...100° С; в ваннах с возбуждением раствора или его циркуляцией, колебаниями платформы или перемешиванием деталей – 80...90 °С, концентрация раствора – 10...35 г/л.

МЛ-51, *МЛ-52* – сыпучие порошки от белого до светло-желтого цвета, не вызывают коррозионного воздействия на черные и цветные металлы. Состав *МЛ-51* (% по массе): карбонат натрия – 44; тринатрийфосфат или

триполифосфат натрия – 34,5; метасиликат натрия или водный раствор силиката натрия (жидкое стекло) – 20; смачиватель ДБ – 1,5. Предназначен для очистки агрегатов и деталей от горюче-смазочных материалов и масляных отложений. Применяют в виде подогретых до 60..85° С водных растворов концентрацией 10...20 г/л в струйных, мониторинговых и комбинированных машинах. Состав МЛ-52 (% по массе): карбонат натрия – 50; тринатрий-фосфат или триполифосфат натрия – 30; метасиликат натрия или водный раствор силиката натрия (жидкое стекло) – 10; смачиватель ДБ – 8,2; сульфонол – 1,8. Предназначен для очистки агрегатов и деталей от ТСМ и асфальто-смолистых отложений. Применяют в виде подогретых до 80...100° С водных растворов концентрацией 20...25 г/л.

«Темп-100, 101А, 101Д» – сыпучие порошки от белого до светло-желтого цвета. Состав (% по массе): синтанол ДС –10 или ДТ-7 – 1,5; оксифос или эстефат – 0,5; тринатрийфосфат – 20 (или динатрий фосфат – 25); триполифосфат натрия – 15; метасиликат натрия – 10; карбонат натрия – 26; сульфат натрия – до 100. Предназначен для струйной очистки агрегатов перед разборкой и дефектацией с целью удаления основной массы масляных загрязнений, смолистых отложений. Рабочая концентрация раствора – 5...20 г/л, очистка проводится при температуре 70...85° С. В раствор вводят ингибитор коррозии. Этот препарат по сравнению с «Лабомид-101» обеспечивает более высокое качество очистки при сокращении времени очистки на 20...30 %. «Темп-101А» обеспечивает наряду с высоким качеством очистки изделий одновременную защиту от коррозии на период до 24 дней. «Темп-101Д» обладает пониженными стабилизирующими свойствами по отношению к нефтепродуктам за счет введения в рецептуру полиэлектролита, который разрушает масляные эмульсии, что упрощает процесс очистки и регенерацию моющих растворов и масел.

Растворяющие эмульгирующие средства (РЭС) применяют при очистке деталей от прочных по отношению к деталям загрязнений (например асфальто-смолистых отложений). Они включают: базовый раствори-

тель, который обеспечивает основной эффект очистки (ксилол, керосин, уайт-спирит, хлорированные углеводороды и др.); сорастворитель, который обеспечивает однородность и стабильность раствора; ПАВ, обеспечивающие смачиваемость и эмульгируемость РЭС; воду, необходимую для обеспечения необходимой концентрации раствора.

Различают две группы РЭС. Средства, входящие в первую группу, получают смешиванием органических веществ с ПАВ и растворителем. Преимущества РЭС первой группы являются дешевизна, простота приготовления и незначительная токсичность, а недостатки – пожароопасность, сравнительно низкая эффективность очистки, особенно от асфальто-смолистых веществ.

«Термос-1» – жидкость, получаемая смешиванием компонентов (% по массе): уайт-спирит – 40; ОП-4 – 10; ОП-7 – 1; сульфонат – 2; вода – до 100. Рабочим раствором является смесь указанных составов (10...12 г/л) в дизельном топливе. Применяется для предварительного разрыхления прочных продуктов преобразования ГСМ. Детали выдерживаются в препарате в течение 20...40 мин при 40...60° С, затем ополаскиваются водным раствором триполифосфата натрия (1...5 г/л) при 40...50°С.

«Эмульсин» («Лабомид-301») – жидкость, получаемая смешиванием компонентов (% по массе): ПАВ ОС-20 – 7...10 и ОП-4 – 10...12; вода – 5...7; керосин – до 100. Детали выдерживаются в препарате в течение 30...60 мин при 40...60° С, после чего ополаскиваются водными растворами технических моющих средств типа МЛ и МС. Применяют для очистки деталей шасси и двигателей подогрете до (50 ± 10) °С.

ДВП-1 «Цистерин» состоит из смеси компонентов (% по массе): уайт-спирит – $(78 \pm 0,5)$; масло таловое – $(11 \pm 0,5)$; ПАВ ОП-7 – 5; гидроксид натрия – 1,2; вода – 4,8. Рабочая концентрация средства составляет 50 % смеси в дизельном топливе. Применяют для очистки подрабанных двигателей, узлов от асфальто-смолистых отложений при температуре смеси 20...40° С.

«Карбозоль» является смесью компонентов (% по массе): масло каменноугольное поглотительное – 7,45; бутиловый эфир с 30 % этилацетата – 9,3; ПАВ ОП-7 – 14,7; отдушка земляная – 1,7; вода – до 100. Применяют для очистки двигателей и их деталей от нагарообразных и маслянистых загрязнений при 40...50° С.

АМ-15 состоит из смеси компонентов (% по массе): ксилол нефтяной – 70...76; масло касторовое сульфенированное – 22...28; синтанол ДС-10 или ПАВ ОС-20 – 2. Применяют для очистки двигателей и их деталей от асфальто-смолистых отложений при 20...40° С в течение 40 мин. Детали выдерживают в препарате, после чего промывают водными растворами Лабомида или МС.

МК-3 состоит из смеси компонентов (% по массе): уайт-спирит – 50,7; канифоль сосновая – 33,9; вода – 12,4; карбонат натрия – 3. Рабочий объем готовят путем смешивания смеси с дизельным топливом в соотношении 1:1. Применяют для очистки двигателей и их деталей от асфальто-смолистых отложений и масла при температуре до 50° С в течение 40 мин.

Вторая группа РЭС более эффективна, поскольку для их изготовления используются хлорированные углеводороды (трихлорэтилен, перхлорэтилен, метилхлорид, четыреххлористый углерод, метилхлороформ и др.). Преимущества РЭС второй группы – это высокая растворяющая способность, они неогнеопасны, хорошо смешиваются с органическими растворителями, недостатки – высокая токсичность, склонность к окислению, наличие конденсированной влаги, разложение при определенных условиях с выделением хлорида водорода, который сильно корродирует металлические детали (для предотвращения выделения хлорида водорода добавляется стабилизатор – триэтанолламин, дифениламин в количестве 0,01...0,02 %, а в качестве ингибиторов коррозии применяют ланолин, МСДА-11 или Акор-2). Пониженные рабочие температуры способствуют сокращению затрат тепловой энергии на операциях очистки от асфальто-смолистых отложений в 5...6 раз.

«Лабомид-315» («Ритм») содержит хлорированный растворитель, алифатические или ароматические углеводороды, ПАВ, соли карбоновых кислот и воду. Применяют в 100 %-й концентрации для удаления углеродистых отложений, остатков некоторых лакокрасочных покрытий. Ритм обеспечивает очистку от асфальто-смолистых загрязнений при комнатной температуре в 2...3 раза быстрее, чем препарат АМ-15 и 4...6 раз быстрее, чем СМС. Увеличение выдержки до 2...3 ч в «Лабомид-315» очищает изделия от загрязнений, близких к нагарообразным. Технология очистки двухстадийная: обработка в препарате «Лабомид-315» и ополаскивание раствором СМС. «Лабомид-315» содержит (% по массе): трихлорэтана – 60; трикрезола – 30; синтаноло ДС-10 – 5; алкилсульфатов – 5. Для употребления готовят смесь указанных компонентов в керосине или воде в концентрациях от 5 до 100 %. Очистку производят при температуре 20 °С.

«Лабомид-312» содержит (% по массе): трихлорэтана – 60; трикрезола – 30; синтаноло ДС-10 – 5; алкилсульфатов – 5. Применяют для тех же целей, что и «Лабомид-315». Для очистки деталей выдерживают в водном растворе препарата (1:0,25) или в растворе керосина (1:1) в течение 10...20 мин при 20...30° С, после чего ополаскивают в щелочном растворе в течение 2...3 мин.

1.3 Оборудование для очистки

1.3.1 Наружная очистка

Для наружной очистки применяют *малогабаритные шланговые насосы* М-1100, М-1111, М-1112 напором до 1,1 МПа при расходе воды 3...3,5 м³/ч (привод от электродвигателя).

Моечные установки М-107 и ОМ-830 для очистки машины в сборе, представляют собой трех-плунжерные насосы с приводом от электродвигателя, развивают напор до 2,2 МПа при расходе воды 1,4...1,6 м³/ч. Наиболее перспективны пароводоструйные очистители ОМ-3360А и ОМ-5285.

Для наружной очистки двигателей в стационарных условиях предназначена установка М-203. Для подогрева жидкости до температуры 90...95°С предназначен электрический нагреватель. Напор (0,5...0,7 МПа) создается сжатым воздухом. Агрегаты очищают сначала растворами, затем ополаскивают горячей водой и обдувают сжатым воздухом.

На ремонтных заводах машины очищают в *моечных камерах* в два этапа: в сборе и после снятия кабины, ходовой системы, топливных баков и т. д. В таких камерах устанавливают моечные машины ОМ-1438М и ОМ-8036М со струйной очисткой поверхности. В качестве моющей жидкости применяют 10... 15%-й водный раствор препаратов типа МС, «Лабомид», «Темп» при температуре 75... 85 °С.

1.3.2 Очистка сборочных единиц и деталей

Для очистки сборочных единиц и деталей используют преимущественно *однокамерные струйные установки и моечные ванны*. На специализированных ремонтных предприятиях применяют *моечные машины конвейерного типа*.

Однокамерные струйные моечные машины ОМ-947И, ОМ-837Г, ОМ-1366Г и ОМ-4610 состоят из камер общей массой 0,6...1,5 т, ванны для моющей жидкости вместимостью 0,7...1,2м³. Температура моющего раствора 75...85° С, напор 0,4...0,5 МПа создается насосом от электродвигателя. Состав раствора: МС-6 с концентрацией 20 г/л или «Лабомид» – 20...25 г/л. Продолжительность очистки двигателя или одной закладки деталей при наружной очистке 8...12 и внутренней – 6...10 мин.

Выварочные ванны ОПр-1600 используют для очистки деталей от углеродистых загрязнений и консервативных смазочных материалов. Раствор приготавливают в ванне, засыпая препараты МС-8 или «Лабомид». Температура раствора 60...70°С, концентрация 25...30 г/л, продолжительность выварки 2...4 ч. Для интенсификации процесса очистки раствор продувают сжатым воздухом, либо создают вибрацию. Очистку без подогрева

в органических растворителях выполняют в *специальной стационарной ванне* модели 2287 или *передвижных ваннах* ОМ-1316 и РО-1616А.

Конвейерные моечные машины АКТЬ-114 и АКТЬ-118 оборудованы планчатым транспортером. Скорость перемещения деталей 0,1...0,6 м/мин. Вход и выход в моечную камеру оборудован защитным фартуком. В качестве моющей жидкости применяют водные растворы «Лабомид-102» и МС концентрацией 20...25 г/л и температурой 75...85 °С.

Моечно-ополаскивающая машина ОМ-4267 М оборудована ванной с паровым подогревающим устройством. Подвесной конвейер движется со скоростью 0,21; 0,43 и 0,85 м/мин. Моечная камера разделена на пять секций. Моющие растворы такие же, как и в машинах типа АКТЬ.

Моечные машины *кинематического действия* ОМ-5299 и ОМ-5287 оснащены моечной ванной с размещенной в ней загрузочной тележкой. Очищенные детали укладывают в тележку, вместе с ней погружают в моющий раствор ванны и закрывают крышкой. Раствор подогревают до температуры 20... 30°С паром. Пневмопривод служит для подъема загрузочной тележки, опускания и вибрации с амплитудой 50...200 мм и частотой 90... 120 дв. ход/мин. В качестве моющей жидкости применяют органические растворители и препараты АМ-15 и «Лабомид-315», продолжительность очистки 15... 20 мин.

При использовании моечной машины ММИ-1 *циклического действия* детали укладываются в корзину поворотного стола и оmyваются турбулентным потоком раствора, создаваемого лопастным винтом.

Установки с вращающимся барабаном (ОМ-6068А и ОМ-6470) предназначены для очистки мелких деталей. Детали загружаются в барабан, который на $\frac{1}{2}$... $\frac{2}{3}$ высоты погружается в моющую жидкость (керосин, дизельное топливо, препараты АМ-15, «Лабомид-315»).

Специальные моечные машины ОМ-887 и ОМ-3600 используют на мотороремонтных предприятиях для удаления технологических загрязнений. В них очищаются наружные поверхности (струйная очистка), масля-

ные каналы (проточная очистка). Установки укомплектованы набором приспособлений для промывки каналов в блоках и коленчатых валах различных двигателей. Средства очистки – МС-6 и «Лабомид-102».

Ультразвуковые установки состоят из магнитного преобразователя ПМС-7, охлаждаемого проточной водой, ультразвукового генератора УЗГ-6, УЗГ-197 и ванны из нержавеющей стали с моющей жидкостью. В качестве моющей жидкости используют керосин, бензин, препараты АМ-15, «Лабомид-315», а также водные растворы препаратов МС.

1.3.3 Особенности очистки деталей от стойких углеродистых отложений, накипи и лакокрасочных покрытий

Для удаления *нагара* физико-химическим способом применяют жидкости с наиболее высокими моющими и растворяющими свойствами. К ним относятся крезольные составы, которые представляют собой маслянистые жидкости черного цвета плотностью при 20° С – 1,06 г/см³ следующих составов (% по массе). *Состав 1*: трикрезол – 62; мыльный эмульгатор – 30; вода – 8. Температура применения 80...85° С, время выдержки 2...3 ч. *Состав 2*: дихлорбензол – 62; трикрезол – 23; олеат калия – 10; вода – 5. Температура применения 65° С, время выдержки 2...3 ч. Жидкость не вызывает коррозии металлов. Для удаления нагара со стальных и алюминиевых деталей используют жидкости, состав которых приведен в таблице 4. Температура применения жидкостей – 80...95° С, время выдержки – 2...3 ч.

Таблица 4 – Жидкости для удаления нагара

Состав	Деталь из стали	Деталь из алюминия
Гидроксид натрия, кг	2,5	–
Карбонат натрия, кг	3,1	2,0
Силикаты натрия, кг	1,0	0,8
Мыло, кг	0,8	1,0
Бихромат калия, кг	0,5	0,5
Вода, л	100	100

Также нагар удаляют способами: механическим – стальными щетками; термическим – нагревом до температуры 600...700°С; абразивно-косточковой крошкой (в машине ОМ-3181).

Для удаления *накипи* чаще всего используют растворы соляной кислоты с ингибитором коррозии. Для очистки раствор прокачивают через систему двигателя или отдельные ее детали погружают в специальную ванну с раствором моющего средства. При применении раствора соляной (10...15 % концентрации по массе) детали погружают в ванну с раствором, прогретым до 40...60° С, на 20...30 мин. Затем детали ополаскивают проточной водой и погружают на 3...5 мин ванну со щелочным раствором (10 г/л карбоната натрия и 3...5 г/л нитрита натрия) при температуре 60...70°С.

Наиболее эффективная очистка деталей от накипи производится помощью щелочного расплава, который используют также очистки деталей от нагара и продуктов коррозии. Способ с использованием щелочного расплава основан на химико-термическом процессе. Расплав состоит из следующих компонентов (% по массе): гидроксид натрия – 60...70; нитрат натрия – 25...35; хлорид натрия – 5. Технология процесса удаления накипи включает 4 этапа: обработка деталей расплавом, промывка в проточной воде, травление в кислотном растворе и промывка в горячей воде. В расплаве детали выдерживают в течение 5...12 мин.

При очистке деталей из чугуна и сталей после двух этапов их выдерживают в 50 % ингибированном растворе соляной кислоты при температуре 50...60° С в течение 5...6 мин. Затем детали промывают в растворе, содержащем карбонат натрия (3...5 г/л) и тринатрийфосфат (1,5...2 г/л) при 80...90° С и течение 5...6 мин. При одновременной обработке деталей из чугуна, стали и алюминиевых сплавов в раствор соляной кислоты добавляют фосфорную кислоту и триоксид хрома из расчета соответственно 85 и 125 г/л добавляемой воды. Продолжительность обработки этим раствором – 5...6 мин при 85...95° С.

Лаковые пленки удаляются с помощью крезольной жидкости в следующем порядке: проводят предварительное обезжиривание струйным способом водным раствором, содержащим карбонат натрия (0,2 %) и бихромат калия (0,2 %), при температуре 80° С; обрабатывают крезольной жидкостью в течение 15...25 мин; промывают горячей водой (80...90° С) в течение 5...10 мин; проводят окончательное обезжиривание; сушат сухим сжатым воздухом; проводят противокоррозионную обработку и обработку в уайт-спирите в течение 10 мин.

Остатки лакокрасочных материалов удаляют путем окунания в водный раствор карбоната натрия различной концентрации; с последующей промывкой водой (60...70° С); погружения их ванну с горячим карбоната натрия с последующей промывкой в воде, нейтрализацией 5 % раствором ортофосфорной кислоты и окончательной промывкой и пассивацией (для повышения коррозионной стойкости лакокрасочных покрытий).

«Старую краску» кузова удаляют струйным методом в последовательности: обработка 6 % раствором карбоната натрия при 70...80° С в течение 15 мин; сток раствора; промывка горячей водой при 80...90° С в течение 15 мин (вода для промывки периодически обновляется из расчета 30 л на 1 м² обрабатываемой поверхности); сушка кузова; обработка 3 %-ным раствором ортортофосфорной кислоты для нейтрализации остатков карбоната натрия; сток кислоты в течение 5 мин; промывка водой.

1.4 Контроль качества очистки

Качество очистки характеризуют остаточной загрязненностью. Ее определяют весовым, визуальным и люминесцентным способами.

Весовой способ заключается во взвешивании загрязненной и чистой детали (или образца). Остаточная загрязненность, мг/см²:

$$K = (M_1 - M_2) / S, \quad (1)$$

где M_1 , M_2 – масса детали до и после очистки, мг; S – площадь поверхности детали,

При *визуальном* способе сравнивают остаточную загрязненность поверхности детали с условной шкалой или шаблоном оценки качества очистки (пяти-шестиразрядная шкала).

Люминесцентный способ основан на свойстве масел светиться (флуоресцировать) при воздействии ультрафиолетовых лучей. По размеру светящихся пятен судят о загрязненности поверхности.

Для измерения остаточной загрязненности нефтепродуктами служит прибор ПЛКД-2.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Разработать технологический процесс очистки объектов ремонта (задание выдается преподавателем (приложение А)

1 Определить вид загрязнений поверхностей. Дать их определение и характеристику (таблица 1 и 2)

2 Выбрать методы и средства очистки. Дать характеристику моющих средств, применяемых при очистке.

3 Подобрать оборудование для очистки. Привести его технические характеристики.

4 Назначить режимы очистки (температуру рабочей среды, концентрация препарата; время очистки) см. п. 2.

5 Составить схему технологического процесса очистки.

3 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1 .Характеристика средств и методов очистки

2 Технологический процесс очистки (в соответствии с заданием).

3 Выводы.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Какие виды загрязнений поверхностей встречаются у сельскохозяйственной техники?

- 2 Какие виды загрязнений относятся к углеродистым отложениям?
- 3 Каков механизм действия растворяюще эмульгирующих средств (РЭС)?
- 4 В чем преимущества и недостатки ультразвуковой очистки?
- 5 Какие способы очистки применяются для удаления старых лакокрасочных покрытий?
- 6 В чем заключается технология удаления накипи?
- 7 Какие факторы влияют на качество очистки?

5 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Наружная очистка с.-х. техники перед постановкой на капитальный ремонт производится

- 1) на ремонтном предприятии;
- 2) владельцем с.-х. техники;
- 3) не производится.

2. Наилучшее моющее действие раствора синтетических моющих средств при очистке загрязненных деталей машин проявляется при температуре °С

- 1) 20;
- 2) 40;
- 3) 60;
- 4) 80.

3. Склеивание мелкодисперсных загрязнений и выведение их в осадок предусматривает метод регенерации моющих средств

- 1) центрифунгирование;
- 2) отстаивание;
- 3) коагуляция;
- 4) фильтрование.

4. Что положено в основу классификации загрязнений?

- 1) Механизм их образования;
- 2) Адгезия к очищаемой поверхности;
- 3) Специфика удаления загрязнений.

5. Что является основным элементом синтетических моющих средств?

- 1) Поверхностно-активные вещества;
- 2) Щелочь;
- 3) Кислота;
- 4) Щелочь и кислота.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Пучин, Е.А.** Технология ремонта машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.
- 2 **Курчаткин, В.В.** Надежность и ремонт машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов [и др.]; под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.
- 3 **Пучин, Е.А.** Практикум по ремонту машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолоС, 2009. – 327 с.
- 4 **Пантелеенко, Ф.И.** Восстановление деталей машин [Текст]: справочник / Ф.И. Пантелеев, В.П. Лялякин, В.П. Иванов [и др.]; под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
- 5 Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 604 с.
- 6 **Тюрева А.А.** Проектирование технологических процессов ремонта и восстановления [Текст]: методические указания / А.А. Тюрева, И.В. Козарез. – Брянск.: Изд-во Брянской ГСХА, 2012. – 180 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Разработать технологический процесс очистки объекта ремонта:

- 1 Трактор ДТ-75М→ходовая система→ось опорного катка.
- 2 Трактор Т-150→двигатель→коленчатый вал.
- 3 Комбайн Дон-1500→двигатель→головка цилиндров.
- 4 Автомобиль КамАЗ→двигатель→топливный насос.
- 5 Трактор МТЗ-100→трансмиссия→коробка передач.
- 6 Автомобиль ЗИЛ→трансмиссия→муфта сцепления.
- 7 Разбрасыватель РУМ-8 → механизм привода транспортера → вал червяков.
- 8 Картофелецборочный комбайн ККУ-2А → барабанный транспортер → прутки решеток.
- 9 Опрыскиватель ОН-400 → распыливающая штанга →распылитель.
- 10 Двигатель СМД-60 → турбокомпрессор ТКР → вал ротора.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ГИЛЬЗЫ ЦИЛИНДРОВ *

Цель работы. Изучить дефекты, порядок определения износа и искажений геометрической формы гильзы цилиндров.

Применяемое оборудование, материалы, инструмент. Приспособления КИ-3343 и КИ-3340 ГОСНИТИ; индикаторный нутромер НИ-100-60; индикаторная скоба; плоскоконцевые меры длины; штангенциркуль; масштабная линейка; гильзы цилиндров; твердомером модели 2018ТР.

1 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Дефекты гильз цилиндров

Основные дефектами гильз цилиндров автотракторных двигателей:

- износ внутренней рабочей поверхности, риски и задиры;
- износ нижней поверхности опорного бурта;
- износ посадочных поясков;
- кавитационные и коррозионные повреждения наружной поверхности, отложения накипи.

В процессе работы между кольцом и рабочей поверхностью цилиндра возникает сила трения, значение которой пропорционально давлению кольца на поверхность цилиндра, возникающего в результате действия давления газов и силы упругости кольца. Эта, переменная по величине сила, направлена в сторону, противоположную движения поршня.

Работа сил трения вызывает износ цилиндра и рабочей поверхности кольца. На работу сил трения влияют: соотношение механических свойств материалов кольца и цилиндра; состояние смазки и наличие в ней абразива; температура сопрягаемых деталей.

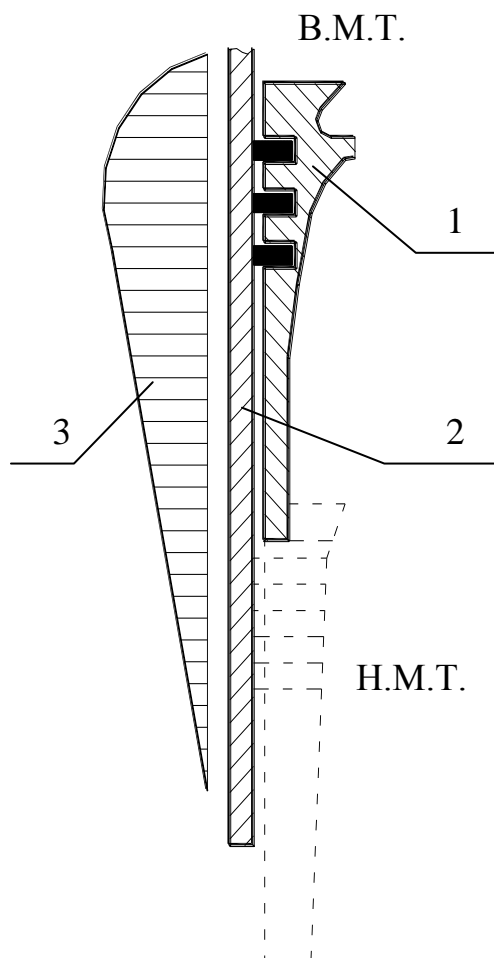
* Лабораторная работа разработана совместно с к.т.н., доцентом Бардадыном Н.А.

Работа сил трения нижних колец всегда меньше, чем первого, что объясняется, с одной стороны, лучшими условиями смазки, а с другой – более низким давлением газов в лабиринтном уплотнении поршня.

Вблизи верхней мертвой точки (в.м.т.), на тактах сжатия и рабочего хода, происходит интенсивное изнашивание цилиндра, усиливающееся действием высокой температуры газа, которая приводит к выгоранию смазочного материала на поверхности цилиндра. «Пререкатывание» поршня приводит к увеличению сил давления колец на данный участок рабочей поверхности гильз цилиндров.

По мере движения поршня вниз, работа сил трения колец в соединении уменьшается. Поэтому эпюра износа цилиндра имеет форму конуса, большее основание которого расположено вблизи верхней мертвой точки

(рисунок 1).



По окружности цилиндр изнашивается также неравномерно. В плоскости качания шатуна износ цилиндра несколько больше из-за действия нормальной силы.

Интенсивность изнашивания цилиндров, помимо перечисленных факторов, в значительной мере определяется условиями эксплуатации двигателя и совершенством его технического обслуживания.

Рисунок 1 – Характер износа цилиндра по высоте: 1 – поршень; 2 – цилиндропоршневой группы; 3 – эпюра износа

существенное влияние оказывает взаимное расположение деталей кривошипно-шатунного механизма.

Непараллельность осей шатунных шеек относительно коренных, неперпендикулярность оси цилиндра к оси коленчатого вала, неточность взаимного расположения осей верхней и нижней головок шатуна приводит к перекосу поршня в цилиндре, что ухудшает приработку поршней, колец и всех остальных деталей кривошипно-шатунного механизма.

Чрезмерный износ этих деталей приводит к тому, что дросселирующее действие кольца ослабевает и наблюдается повышенное подтекание газов в картер. Подобное явление может привести к ускоренному старению и перерасходу масла, увеличению динамических нагрузок на детали, вибрациям двигателя и снижению его мощности. Нарушение в работе группы оказывает влияние на определяющие сборочные единицы: головки цилиндров, клапанный механизм, распылители форсунок, коленчатый вал и шатунную группу.

Наряду с указанными факторами, основной причиной повышенного и преждевременного изнашивания цилиндропоршневой группы является проникновение из внешней среды с топливом, воздухом или смазкой частиц пыли, т.е. износ в конечном итоге носит абразивный характер, приводящий к появлению рисок и задиров.

Первым признаком повышенного износа соединения является синеватость выхлопных газов, вследствие попадания масла в камеру сгорания. Повышенное количество газов, проходящих через систему вентиляции, также свидетельствует о падении компрессии в цилиндрах двигателя.

Под воздействием перекадки поршней в процессе работы двигателя возникает качания гильз цилиндров, что приводит к неравномерному изнашиванию нижней поверхности опорного бурта и посадочных поясков, что приводит к повышенному угару картерного масла и изменению цвета выхлопных газов.

Зона коррозии и кавитации на наружной поверхности захватывает в

большинстве случаев полосу вдоль гильзы до 100 мм и шириной до 80 мм с глубиной проникновения коррозии до 5 мм. Установлено, что степень и причины кавитации гильз цилиндров частично зависят от времени их работы, а также в большей мере от конструктивных особенностей водяного пространства блока и технологии изготовления гильз.

Накипь образуется на наружной поверхности гильзы в результате выделения солей кальция и магния при нагреве воды до 70...80° С. Даже незначительный слой накипи ухудшает условия теплообмена и приводит к перегреву гильзы цилиндров.

1.2 Средства контроля

Износ, овальность и конусность рабочей поверхности контролируют индикаторным нутромером НИ-100-160. наибольший износ наблюдается на расстоянии 20...25 мм от верхней кромки в зоне остановки кольца в В.М.Т. и колеблется в широких пределах от 0,005 до 0,5 мм.

Износ опорного бурта (измерение высоты) устанавливают микрометром. Износ поверхности опорного бурта достигает 0,08...0,1 мм, При запрессовки в блок гильза должна выступать над поверхностью блока на

$0,12 \pm 0,03$ мм.

Износ посадочных поясков определяют измерением диаметра и овальности с помощью приспособления КИ-3343 ГОСНИТИ, среднее значение износа (овальности) посадочных поясков находится в пределах 0,05...0,07 мм.

Высоту опорного бурта проверяют штангенциркулем, скобой, а допустимое биение опорного торца бурта и наружных посадочных поясков относительно внутренней поверхности гильзы – приспособлением КИ-3340 ГОСНИТИ (рисунок 2).

Коррозионные разрушения выявляют наружным осмотром. Глубину кавитационных раковин определяют с помощью приспособления, изготовленного на базе индикаторного глубиномера или калибром.

Твердость контролируют твердомером модели 2018ТР, предназначенным для измерения твердости внутренней поверхности гильз цилиндров по методу Роквелла.

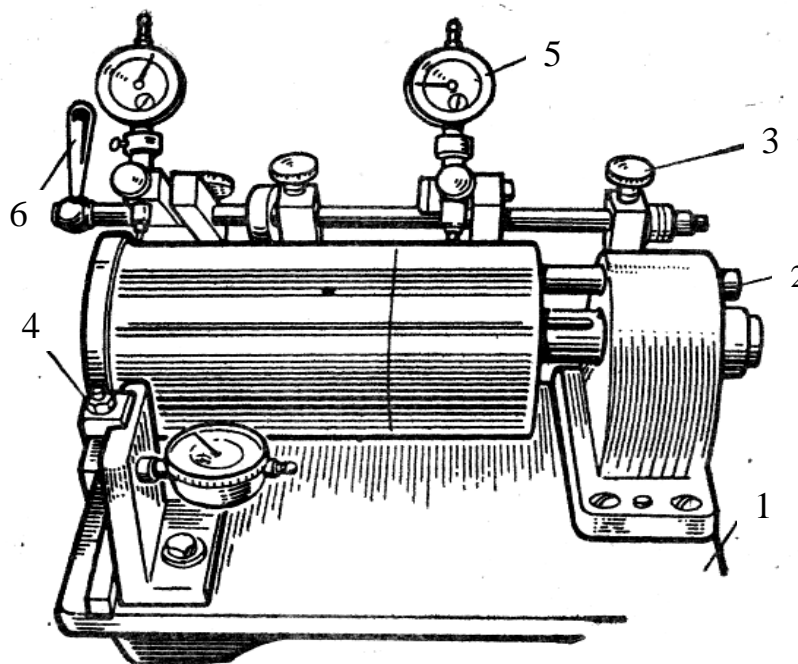


Рисунок 2 – Приспособление для проверки биения опорного торца бурта и посадочных поясов относительно внутренней поверхности КИ-3340 ГОСНИТИ: 1 – плита; 2, 3 – стойки; 4 – упор; 5 – индикатор; 6 – рукоятка

Подлежат выбраковке гильзы

- при износе внутренней рабочей поверхности более 0,4 мм (для двигателей ЯМЗ более 0,35 мм);
- при износе опорного бурта по высоте более 0,3 мм;
- при твердости внутренней рабочей поверхности менее 45HRC.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 Масштабной линейкой измерить длину гильзы Н и назначить десять поясов измерения (1–10). Пометить мелом направления измерения цилиндра (рисунок 3).

Первое сечение брать на расстоянии 10 мм от верхнего края гильзы у автомобильных двигателей и 20...30 мм у тракторных.

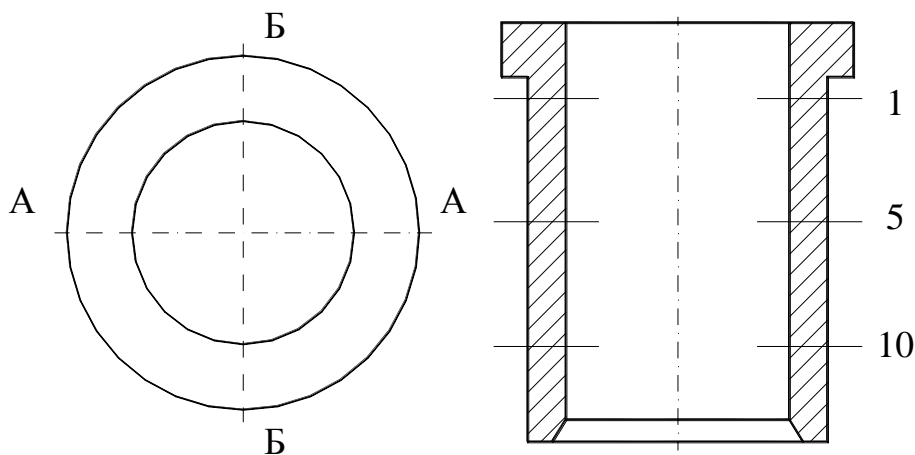


Рисунок 3 – Измерение диаметра цилиндра нутромером

- 2 Произвести настройку индикаторного нутромера на нуль.
- 3 Для настройки индикаторного нутромера на размер штангенциркулем измерить диаметр гильзы по ее верхней кромке.

Установить микрометр на размер D_y , превышающий замеренный на 0,5 мм и закрепить микрометрический винт стопором.

Ввернуть в индикаторный нутромер соответствующего размера измерительную вставку и, установив мерительные штифты нутромера между мерительными поверхностями микрометра, добиться такого положения вставки, при котором большая стрелка индикатора сделает менее половина оборота по шкале.

Закрепить сменную вставку контргайкой и, не вынимая индикатор из микрометра, подвести нуль шкалы к стрелке индикатора. Размер записать в таблицу 1 приложения А.

- 4 Настроенный нутромер ввести в гильзу и произвести измерение в плоскости А-А на отметке 1. При измерении нутромер следует покачивать вокруг продольной оси основания центрирующего мостика и наблюдать за колебанием стрелки индикатора, которая будет удаляться или приближаться к одному и тому же делению шкалы (минимальный отсчет от нуля), т.е. отсчет необходимо брать в момент качения. Зафиксировать полученное деление и записать отклонение Δ . Повторить три раза, определив Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 и рассчитать $\Delta_{ср}$. Результаты занести в таблицу 1 приложения А.

5 Переместить нутромер в следующие сечения 2-10 и произвести измерения в той же последовательности. Полученные данные занести в таблицу 1 приложения А

6 Произвести измерения диаметров цилиндров в плоскости Б-Б в соответствии с пунктом 4. Результаты измерений занести в таблицу 1 приложения А.

7 По результатам измерений произвести расчет диаметра, овальности, конусности и определить максимальный износ.

Диаметр гильзы D_i (для данного сечения), мм

$$D_i = D_y - \Delta_{cp},$$

где D_y – диаметр, на который настроен нутромер, мм;

Δ_{cp} – среднее отклонение в i -том сечении индикатора, мм

Износ в i -том сечении данной плоскости, мм

$$И = D_i - D_0,$$

где D_0 – номинальный или ремонтный диаметр цилиндра до износа (приложения Б, таблица 1)

Конусность в плоскости А (или Б).

$$K_A = (D_{max} - D_{min}) \frac{100}{l},$$

где D_{max} и D_{min} – соответственно наибольший и наименьший диаметры цилиндра в одной плоскости (А-А или Б-Б), но в разных сечениях (поясах с 1 по 10), не считая верхнего участка изнашивающегося сечения цилиндра, мм;

l – расстояние между сечениями с наибольшим и наименьшим диаметрами, мм.

Овальность

$$O = D_i^A - D_i^B,$$

где D_i^A и D_i^B – диаметры цилиндра, измеренные в одном сечении ($i = 1 \dots 10$) двух взаимно-перпендикулярных плоскостях А-А и Б-Б, мм.

8 Сравнить полученные данные с номинальными (приложение Б, таблица 1).

9 Построить и проанализировать кривые износа в плоскостях, перпендикулярной и параллельной оси коленчатого вала в плоскости А-А (приложение А, рисунок 1). По оси абсцисс в масштабе отложить величины износа внутренней поверхности износа цилиндра И, а по оси ординат – высоту цилиндра Н (размер верхнего сечения расположить вверху графика). Полученные точки соединить плавной кривой. Аналогично построить график износа в сечении Б-Б.

10 С помощью приспособления КИ-3340 ГОСНИТИ проверить биевание опорного торца бурта и посадочных поясков относительно внутренней поверхности гильзы. Полученные результаты сравнить с данными таблицы 2 приложения Б.

11 С помощью приспособления КИ-3345 ГОСНИТИ определить износ посадочных поясков (диаметр, овальность). Полученные результаты сравнить с данными таблицы 2 приложение Б.

3 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1 Характеристика дефектов гильзы цилиндров и способов их определения.

2 Характеристика цилиндра двигателя и результаты проведенных измерений и расчетов (таблица 1 приложения А).

3 Графическое изображение величины износа.

4 Выводы.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Какие дефекты встречаются у гильз цилиндров?

2 Чем объясняется неравномерный износ гильзы по высоте?

3 Какие виды приборов и измерительных устройств применяют при дефектовке цилиндров?

4 Что надо знать для определения возможности ремонта гильзы под ремонтный размер?

5 Какие погрешности учитываются при определении величины минимального припуска?

6 Как определяются овальность и конусность?

7 По каким внешним признакам можно определить неисправность в работе цилиндропоршневой группы?

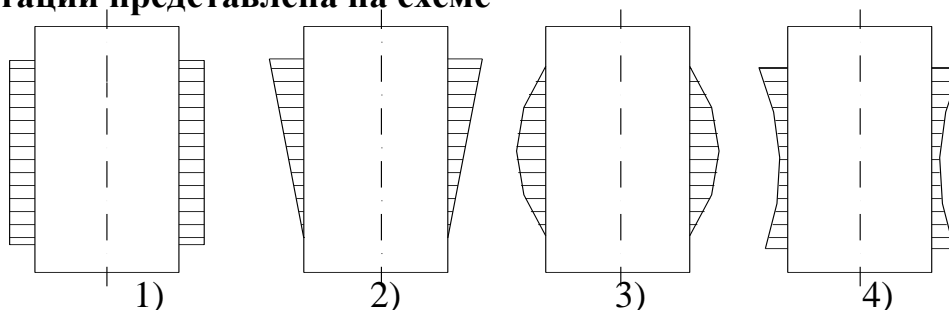
8 Как влияет износ гильз цилиндров на работоспособность других механизмов и соединений двигателя?

5 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1 По методу групповой взаимозаменяемости осуществляется комплектование деталей соединения

- 1) гильза цилиндров – поршень
- 2) валик водяного насоса – шарикоподшипник
- 3) тарелка клапана – седло клапана двигателя
- 4) шейка коленчатого вала – вкладыш подшипника

2 Эпюра износа гильзы цилиндра по высоте в процессе эксплуатации представлена на схеме



3 Износ внутренней поверхности гильзы цилиндра двигателя определяют с помощью

- 1) микрометра
- 2) штангенциркуля
- 3) индикаторного нутромера
- 4) штангенрейсмаса

4 Основным дефектом гильз цилиндров тракторных двигателей являются

- 1) кавитационные разрушения
- 2) трещины

- 3) износ внутренней рабочей поверхности
- 4) износ резьбовых отверстий

5 При хонинговании гильзы цилиндров двигателя ее внутренняя поверхность будет иметь прямолинейную форму при перебеге брусков (длиной l) хонинговальной головки, равном

- | | |
|------------|------------|
| 1) $2/3 l$ | 3) $1/3 l$ |
| 2) $1/2 l$ | 4) $10 l$ |

6 Износ внутренней поверхности гильзы цилиндра двигателя СМД-60 превысил ремонтный размер. Предложите наиболее экономичный способ восстановления

- 1) растачивание с последующим 2-х кратным хонингованием
- 2) постановка тонких пластин (сталь 70С2ХА)
- 3) электроконтактная приварка ленты из стали 45
- 4) металлизация

ЛИТЕРАТУРА

1 **Пучин, Е.А.** Технология ремонта машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.

2 **Курчаткин, В.В.** Надежность и ремонт машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов [и др.]; под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.

3 **Пучин, Е.А.** Практикум по ремонту машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолоС, 2009. – 327 с.

4 **Пантелеенко, Ф.И.** Восстановление деталей машин [Текст]: справочник / Ф.И. Пантелеев, В.П. Лялякин, В.П. Иванов [и др.]; под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.

5 **Тюрева А.А.** Восстановление типовых поверхностей и деталей сельскохозяйственной техники [Текст]: учебное пособие / А.А. Тюрева, И.В. Козарез. – Брянск.: Изд-во Брянской ГСХА, 2013. – 151 с.

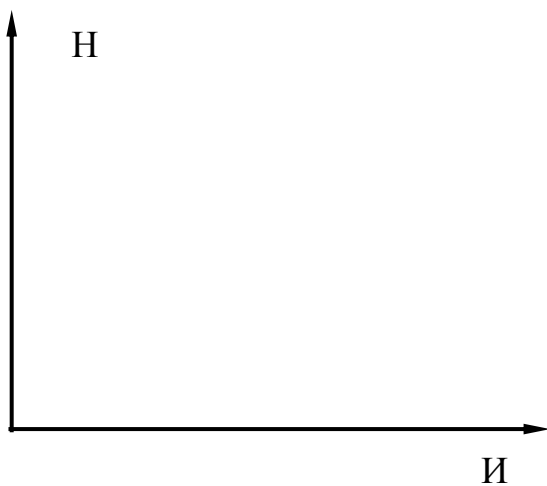
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1

Характеристика цилиндра двигателя _____

Положение точек		$D_{ц} =$						$D_0 =$						
№ пояса	Расстояние от верхней кромки цилиндра, мм	Сечение А-А						Сечение Б-Б						
		№ замера			$\Delta_{иср},$ мм	$D_i,$ мм	$I_i,$ мм	№ замера			$\Delta_{иср},$ мм	$D_i,$ мм	$I_i,$ мм	$O,$ мм
		1	2	3				1	2	3				
1														
2														
...														
10														

Плоскость А-А



Плоскость Б-Б

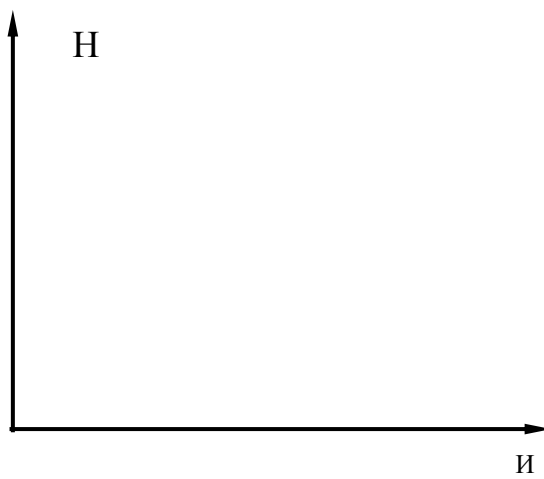


Рисунок 1 – Износ цилиндра по высоте

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 1 – Размерные группы гильз цилиндров

Марка двигателя	Обозначение размерной группы	Номинальные размеры, мм	
		внутренний диаметр гильзы цилиндров	овальность и конусность внутренней поверхности
ЯМЗ-240БМ ЯМЗ-240Б ЯМЗ-238НБ ЯМЗ-238	А	130 ^{+0,02}	Не более 0,03
	Б	130 ^{+0,04}	
	В	130 ^{+0,02}	
		130 ^{+0,06} _{+0,04}	
СМД-60 СМД-62, 64, 66 72	Б	130 ^{+0,04}	
	М	130 ^{+0,02}	
Д-108 Д-160	Б	145 ^{+0,08} _{+0,06}	
	С2	145 ^{+0,06} _{+0,04}	
	С1	145 ^{+0,04} _{+0,02}	
	М	145 ^{+0,02}	
СМД-14Г СМД-14АН СМД-14БН СМД-15БН	Б	120 ^{+0,06} _{+0,04}	
	С	120 ^{+0,04} _{+0,02}	
	М	120 ^{+0,02}	
СМД-17Н СМД-18Н	Б	120 ^{+0,06} _{+0,04}	
	С	120 ^{+0,04} _{+0,02}	
	М	120 ^{+0,02}	
Д-144 Д-37 Д-21А1	Б	105 ^{+0,06} _{+0,04}	
	С	105 ^{+0,04} _{+0,02}	
	М	105 ^{+0,02}	
ЯМЗ-8423	Гильзы и поршни на размерные группы не разбиваются	140 ^{+0,024}	Не более 0,03
А-01М А-41		130 ^{+0,03}	
Д-240 Д-50 Д-240Л, 241 241Л, 242 242Л	Б	110 ^{+0,06} _{+0,04}	
	С	110 ^{+0,04} _{+0,02}	
	М	110 ^{+0,02}	

Таблица 2 – Номинальные размеры деталей неподвижного соединения гильза-блок цилиндров

Марка двигателя	Сопрягаемые детали	Размеры, мм	
		по чертежу	допустимые
ЯМЗ-238НБ ЯМЗ240Б	Блок цилиндров	$153^{+0,04}_{-0,01}$	153,08
	Гильза цилиндров (верхний посадочный пояс)	$153^{-0,05}_{-0,09}$	$153^{-0,05}_{-0,09}$
	Блок цилиндров	$151^{+0,04}_{-0,01}$	151,08
	Гильза цилиндров (нижний посадочный пояс)	$151^{-0,05}_{-0,09}$	$151^{-0,05}_{-0,09}$
СМД-62 и его модификации	Блок цилиндров	$153^{+0,04}_{-0,01}$	153,14
	Гильза цилиндров (верхний посадочный пояс)	$153^{-0,05}_{-0,09}$	$153^{-0,05}_{-0,09}$
	Блок цилиндров	$151^{+0,04}_{-0,01}$	151,08
	Гильза цилиндров (нижний посадочный пояс)	$151^{-0,05}_{-0,09}$	$151^{-0,05}_{-0,09}$
А-41 А-01М	Блок цилиндров	$153^{+0,04}_{-0,01}$	153,10
	Гильза цилиндров (верхний посадочный пояс)	$153^{-0,05}_{-0,09}$	$153^{-0,05}_{-0,09}$
	Блок цилиндров	$151^{+0,04}_{-0,01}$	151,10
	Гильза цилиндров (нижний посадочный пояс)	$151^{-0,05}_{-0,09}$	$151^{-0,05}_{-0,09}$
Д-240 и его модификации	Блок цилиндров	$126^{+0,106}_{+0,043}$	
	Гильза цилиндров (верхний посадочный пояс)	$125^{-0,043}_{-0,083}$	
	Блок цилиндров	$125^{+0,04}$	не менее
	Гильза цилиндров (нижний посадочный пояс)	$125^{-0,043}_{-0,083}$	125,00
СМД-18Н СМД-14НГ	Блок цилиндров	$135^{+0,10}$	135,12
	Гильза цилиндров (верхний посадочный пояс)	$135^{-0,043}_{-0,083}$	$135^{-0,043}_{-0,083}$
	Блок цилиндров	$133^{+0,10}$	133,18
	Гильза цилиндров (нижний посадочный пояс)	$133^{-0,043}_{-0,083}$	$133^{-0,043}_{-0,083}$
КамАЗ-740	Блок цилиндров	$137,5^{+0,04}$	137,56
	Гильза цилиндров (верхний посадочный пояс)	$137,5^{-0,05}_{-0,09}$	$137,5^{-0,05}_{-0,09}$
	Блок цилиндров	$134^{+0,04}$	134,06
	Гильза цилиндров (нижний посадочный пояс)	$134^{-0,05}_{-0,09}$	$134^{-0,05}_{-0,09}$

ДЕФЕКТОСКОПИЯ И ДЕФЕКТАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ (МАГНИТНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ)

Цель работы. Овладеть технологией выявления трещин и скрытых дефектов при ремонте деталей машин методом магнитной дефектоскопии.

Оборудование. Магнитный дефектоскоп ПМД-70, коленчатый вал, подставки под коленчатый вал, магнитный порошок, керосин, ветошь.

1 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Дефекты, связанные с нарушением целостности деталей, бывших в эксплуатации условно делят на две группы: *явные и скрытые*.

Явные дефекты (трещины, обломы, пробоины, смятие, коррозия) обнаруживают визуально: внешним осмотром невооруженным глазом, через лупу 5...10-кратного увеличения или ощупыванием. Для обнаружения скрытых дефектов в практике ремонта машин обычно применяют методы дефектоскопии: *люминесцентный, ультразвуковой, травления кислотой, смачивания керосином и последующей меловой обмазки, гидравлический, пневматический, нагрева детали, проверкой электрической прочности, магнитный*. На крупных ремонтных предприятиях могут использоваться *радиационный, рентгеновский, голографической интерферометрии* и ряд других методов.

Выбор метода контроля скрытых дефектов зависит от программы ремонта, конфигурации и материала детали, а также от места вероятного расположения дефекта.

1.1 Магнитная дефектоскопия

Магнитная дефектоскопия позволяет особенно тщательно обнаруживать скрытые дефекты на поверхностях базовых деталей. Метод магнитно-порошковой и электромагнитной дефектоскопии чаще всего используют

при контроле скрытых дефектов в деталях, изготовленных из ферромагнитных материалов. Им контролируют 80 % деталей в различных отраслях промышленности и, в том числе, при ремонте машин.

Для обнаружения дефектов *магнитно-порошковым методом* деталь намагничивают и наносят на контролируемую поверхность ферромагнитные частицы во взвешенном состоянии. Магнитные силовые линии, проходя через деталь и встречая на своем пути дефект (трещину), огибают ее как препятствие с малой магнитной проницаемостью и выходят из металла. При этом над трещиной образуется поле магнитных силовых линий (поле рассеивания), а на краях трещины локальные магнитные полюса и частички порошка, нанесенного на контролируемую поверхность, притягиваются к ним. Собираясь над трещиной, они образуют осадок в виде жилки, ширина которой может достигать 100 % ширины трещины и более.

Метод применяется для обнаружения поверхностных нарушений сплошности с шириной раскрытия у поверхности 0,001 мм, глубиной 0,01 мм и выявления относительно больших подповерхностных дефектов, находящихся на глубине до 1,5...2,0 мм. Важное достоинство метода – это возможность точного определения концов усталостной трещины и обнаружение дефектов через слой немагнитного покрытия.

При магнитно-порошковом методе контроля применяется сухая или мокрая индикаторная среда (суспензия). Первая представляет собой размельченный ферромагнитный порошок с высокой магнитной проницаемостью. Иногда, для окраски индикаторной среды в магнитный порошок добавляют мелкие железные порошки. Вторая – тонко размельченные частицы окиси (закуси) железа, взвешенные в масле, в смеси керосина с маслом, в керосине или в воде. В последнем случае для исключения образования коррозии в воду добавляют бихромат калия (5 г/л), кальцинированную соду (10 г/л) и эмульгатор ОП-7, ОП-10 (5 г/л). В ремонтном производстве чаще всего используют суспензии составов:

- магнитная паста МПЕ, концентрацией 50...70 г/л;
- специальный магнитный порошок (ТУ 614-74-68), концентрацией 30 г на 1 л керосина;
- магнитный порошок 50 г/л; трансформаторное масло 40 % и 60 % керосина по объему.

Предпочтение следует отдавать той суспензии, которая рекомендуется инструкцией по эксплуатации, прилагаемой к дефектоскопу. Индикаторная среда (её состав, концентрация) должны контролироваться. При применении сухого способа порошок насыпается на поверхность детали, а излишний удаляют слабой струей воздуха. При применении суспензии (мокрый способ) её наносят на поверхность детали погружением, поливом, набрызгиванием.

Детали с невысокой твердостью, а также имеющие поверхностные дефекты контролируют во время их намагничивания. Магнитную дефектоскопию деталей, изготовленных из термически обработанных сталей, проводят по остаточному магнетизму, то есть после намагничивания аппарат выключают и проводят проверку.

В производстве применяют следующие магнитные дефектоскопы:

- стационарные (МД-77, МЭД-2, М-217, УМД-9000);
- передвижные (ПМД-2, МД-50П);
- переносные или портативные (77 ПМД-3М, ПМД-70, МД-11).

Для выявления трещин наибольшее распространение получил дефектоскоп М-217 (стационарный, с ручными зажимными электроконтактами), обеспечивающий ток намагничивания до 1500 А. Передвижной дефектоскоп ПМД-2 обеспечивает максимальный ток 1200 А. Универсальные дефектоскопы М-217, УМД-8000, ЦНВ-3 позволяют проводить продольное, местное и циркуляционное намагничивание, магнитный контроль и размагничивание. На участках используют переносные дефектоскопы – 77 ПМД-3М, ПМД-70. Дефектоскопами типа МК (магнитный карандаш) – можно выявлять трещины на небольших участках поверхностей деталей.

Большое значение, при неразрушающем контроле магнитными дефектоскопами, имеют такие параметры как: *способ намагничивания, род и вид тока, напряженность намагничивающего поля*. Виды токов, питающих намагничивающие устройства, могут быть: *постоянный, переменный, импульсный*. Для намагничивания чаще применяется переменный и постоянный электрический ток, причем второй имеет наибольшее применение. Переменный ток предпочтительней для обнаружения поверхностных дефектов. Постоянный – для обнаружения дефектов в подповерхностных слоях, так как он создает магнитное поле, глубоко проникающее в металл.

Различают три основных вида намагничивания: циркуляционное, продольное и комбинированное.

Циркуляционное намагничивание. Через деталь пропускают ток, создающий магнитное поле, плоскость которого перпендикулярна направлению тока, проходящего по детали (рисунок 1).

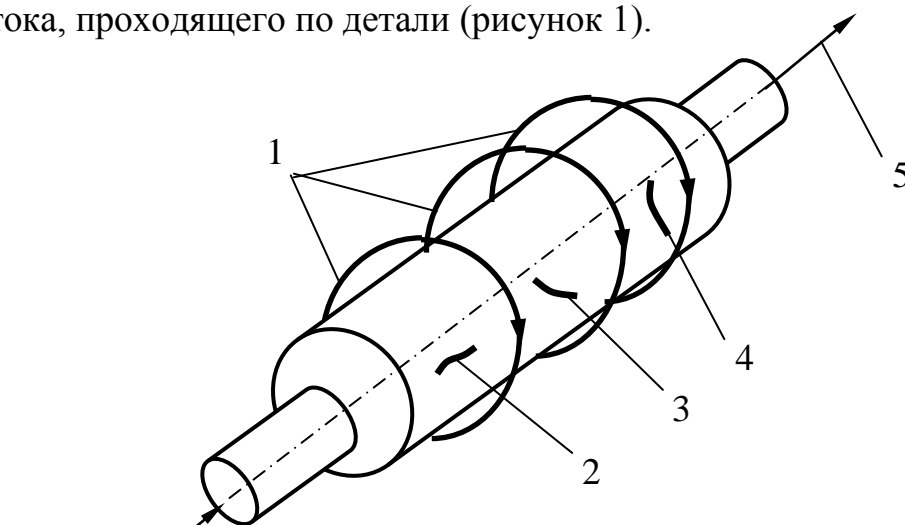


Рисунок 1 – Схема циркуляционного намагничивания детали: 1 – магнитные силовые линии; 2 – продольная трещина (обнаруживается); 3 – трещина под углом 45° (обнаруживается); 4 – поперечная трещина (не обнаруживается); 5 – направление тока

При таком методе выявляют продольно и косо расположенные трещины (угол между направлением потока и трещиной не более 20°). Хуже выявляются дефекты, плоскость которых составляет угол $40\dots50^\circ$ к продольной оси детали.

При циркуляционном намагничивании применяют следующие приемы намагничивания:

- пропусканием тока по всей длине детали;
- пропусканием тока по контролируемой части детали электромагнитом или с помощью электрокарандашей;
- с помощью кабеля с током, помещенного в отверстие детали.

Продольное намагничивание. Деталь помещают между полюсами электромагнита или в поле соленоида (рисунок 2).

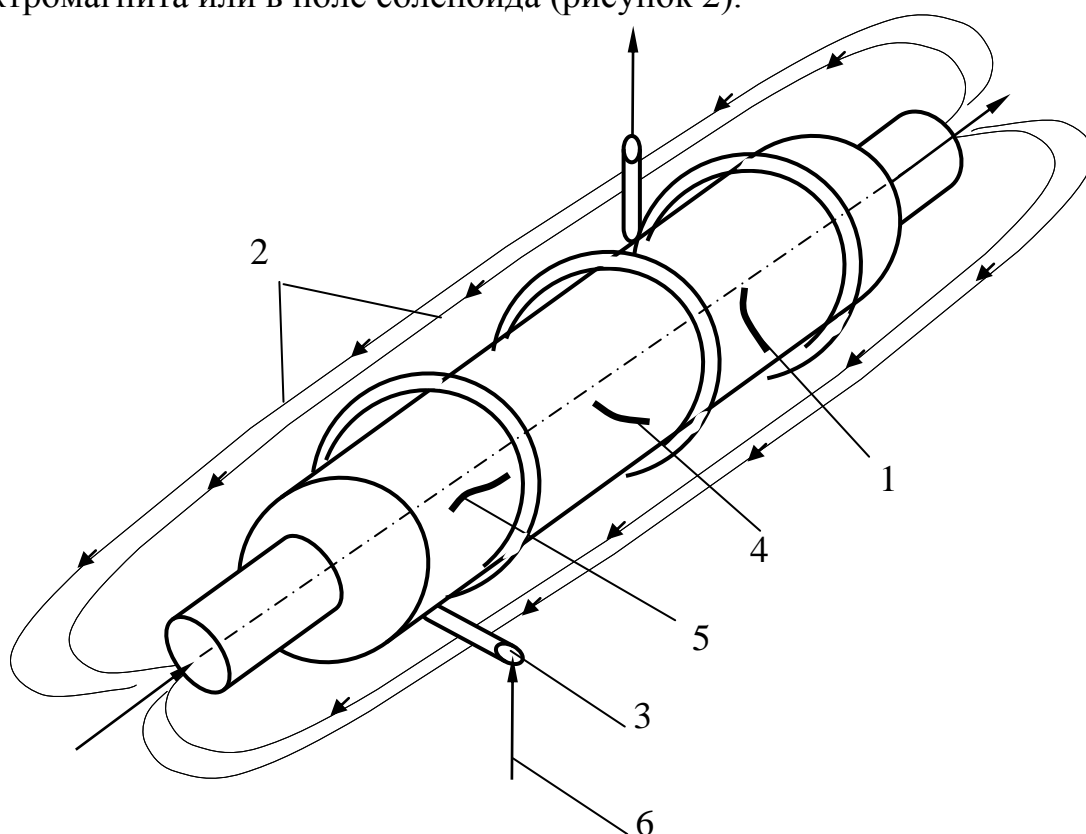


Рисунок 2 – Схема продольного намагничивания детали: 1 – поперечная трещина (обнаруживается); 2 – магнитные силовые линии; 3 – соленоид; 4 – трещины под углом 45° (обнаруживается); 5 – продольные трещины (не обнаруживаются); 6 – направление тока

Продольное (полюсное) намагничивание осуществляется:

- постоянным магнитом (при шлифовочных, закалочных и усталостных трещинах);
- в приложенном поле электромагнита (если дефекты находятся под углом более $20...30^\circ$ к продольной оси детали).

Комбинированный способ намагничивания позволяет контролировать детали с любой ориентацией дефектов и применяется для выявления дефектов металлургического производства (в ремонтной практике используют редко). Намагничивание осуществляется такими приемами:

- пропусканием через деталь тока и магнитного потока от электромагнита;
- пропусканием двух или более независимых токов во взаимно перпендикулярных направлениях;
- пропусканием тока по детали при помощи соленоида.

Наилучшим методом выявления дефектов в деталях, имеющих форму тел вращения, является циркуляционное намагничивание.

Так как намагничивание детали является одной из основных операций контроля, то от правильного выбора способа, направления и вида намагничивания и рода тока зависит максимальная точность обнаружения дефекта.

Контрольным параметром режима намагничивания служит напряженность магнитного поля на поверхности детали. Время уменьшения намагничивающего поля от максимального значения до нуля не должно превышать 5 с. При контроле деталей в приложенном магнитном поле применяется масляная или водная суспензия (керосино-масляная может воспламеняться). Контроль протяженных и крупно-габаритных деталей осуществляется по участкам. Напряженность магнитного поля подбирают такой, чтобы она соответствовала магнитным свойствам и размерам исследуемой детали. Интенсивность магнитного поля зависит от величины тока. Для деталей с грубо обработанной поверхностью при контроле в приложенном магнитном поле используется напряженность около 30 А/см, а для обработанных окончательно деталей – 100 А/см. Напряженность магнитного поля при циркуляционном намагничивании составляет 75...100 А/см.

1.2 Устройство и принцип работы дефектоскопов

В ремонтном производстве широкое распространение получили передвижные и переносные дефектоскопы типа ПМД-70, рассчитанные на работу в цеховых, лабораторных или полевых условиях. Дефектоскоп обеспечивает два способа контроля (на остаточной намагниченности; в приложенном поле с автоматическим размагничиванием после контроля) и три способа намагничивания (циркулярный; полюсной и комбинированный). Прибор устойчиво работает при температурах от -300 до $+500^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности до $95\pm 3\%$. Дефектоскоп состоит из (рисунок 3): блока управления, импульсного блока и намагничивающих устройств (электромагнит, соленоид, электроконтакты, гибкие кабели). Блок управления с комплектом намагничивающих устройств помещен в чемодане (масса 35 кг). Блок импульсный изготовлен отдельно (масса 25 кг). Дефектоскоп может работать как от сети переменного тока (220 В, 50 Гц), так и от постоянного тока (24 В).

На передней панели блока импульсного расположены (рисунок 3.а): разъём 1-Ш2 ПИТАНИЕ для подключения кабеля питания 1; разъём 1-Ш1 БЛОК УПРАВЛЕНИЯ для подключения кабеля; выключатель 1-В1 ПИТАНИЕ – ОТКЛ.; предохранитель 2 А в цепи питания 220 В; предохранитель 10 А в цепи питания 24 В; переключатель 1-В2 НАМАГНИЧИВАНИЕ–РАЗМАГНИЧИВАНИЕ; кнопка ПУСК; розетка включения кнопки дистанционного управления 1-КН1 КНОПКА ЭЛ. КОНТАКТА; клеммы выходные 1-КЛ1, 1-КЛ2 ВЫХОД; лампа 1-Л1 ПИТАНИЕ сигнализирует включение питания; лампа 1-Л2 ТОК сигнализирует факт наличия тока через намагничивающий кабель, подключённый к клеммам ВЫХОД или через намагничиваемое изделие (в случае применения ручных электроконтактов).

На передней панели блока управления расположены (рисунок 3.б): разъём 2-Ш1 ПИТАНИЕ для подключения кабеля питания; разъём 2-Ш4 БЛ. ИМП. для подключения кабеля, соединяющего блоки управления и импульсный при работе блока управления в режиме инвертирования; ро-

зетка 2-Ш2 ОСВЕЩЕНИЕ; розетка 2-Ш3 ЭЛ. МАГНИТ, СОЛЕНОИД;
 выключатель 2-В1 ПИТАНИЕ – ОТКЛ.; переключатель 2-В3 ПИТАНИЕ БЛ.
 ИМП.; РАЗМАГНИЧИВАНИЕ; НАМАГНИЧИВАНИЕ, 2-В2 НАПРЯЖЕ-
 НИЕ – ТОК; 2-12 РЕГУЛЯТОР ТОК; стрелочный измеритель 2-ИП1 с пре-
 делами измерения тока 0...5 А и напряжения 0...50 В; кнопочный переключатель 2-КН1 РАЗМАГНИЧИВАНИЕ ВКЛ.

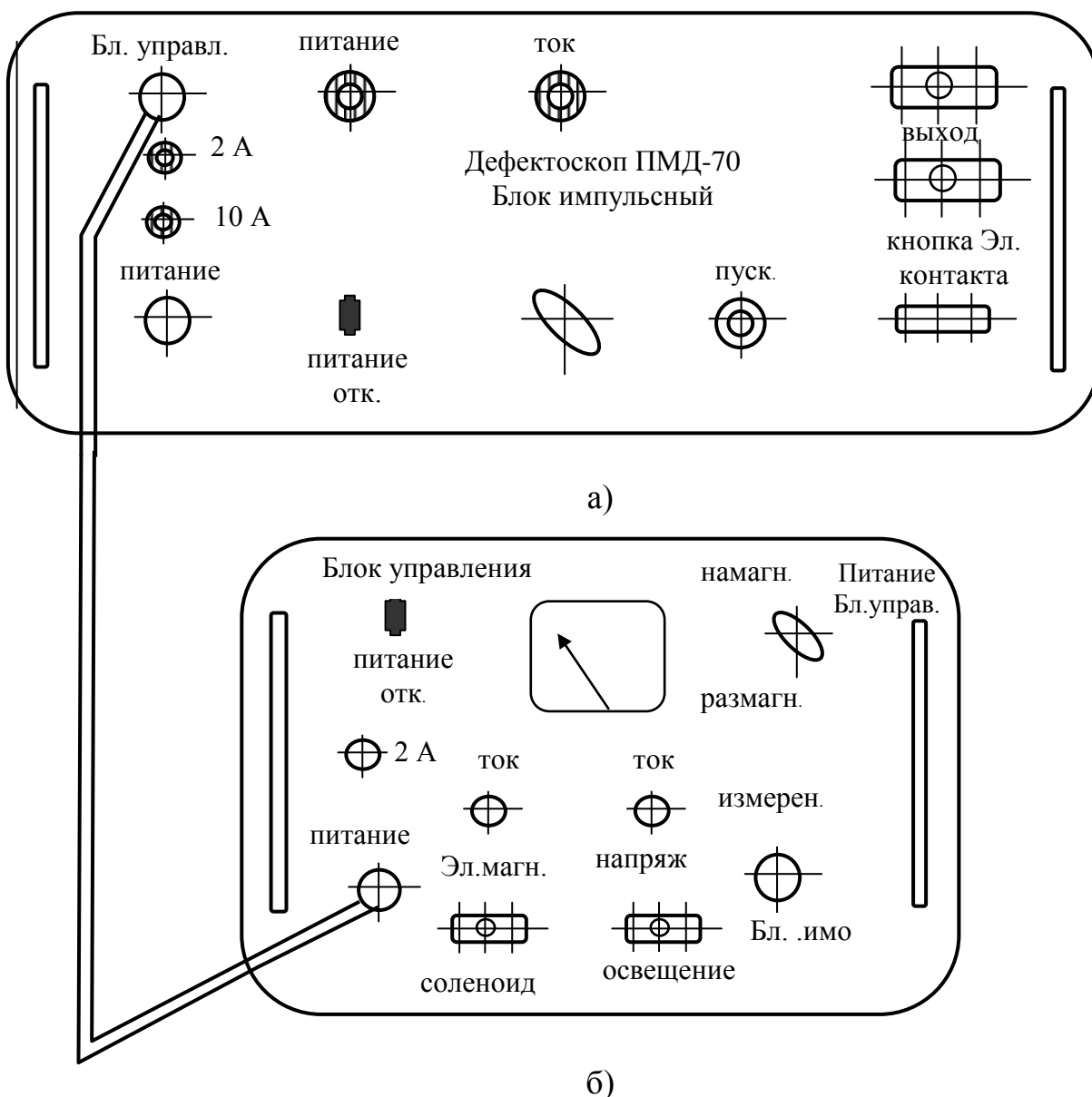


Рисунок 3 – Общий вид блоков дефектоскопа ПМД – 70; а – блок импульсный; б – блок управления

Вариант питания блока управления от сети переменного тока осуществляется подключением его к блоку импульсному. Блок управления

имеет два основных режима работы: намагничивание и размагничивание. Третий режим блока управления – это режим инвертирования, используемый для питания блока импульсного от постоянного тока 24 В. Схема управления позволяет производить реверс тока через нагрузку (соленоид, электромагнит). Ток, протекающий через нагрузку, носит знакопеременный затухающий характер. Импульсный блок дефектоскопа предназначен для намагничивания и размагничивания изделий импульсным током и состоит из высоковольтного выпрямителя с регулятором тока, схемы управления и формирователя импульсного тока.

Виды намагничивающих устройств. Для возбуждения магнитного поля в объектах контроля при работе с блоком управления применяется шарнирный электромагнит постоянного тока, снабженный универсальными полюсными наконечниками игольчатой конструкции, обеспечивающий удовлетворительный магнитный контакт с изделиями произвольной геометрической формы.

Электромагнит снабжён двумя последовательно соединёнными обмотками, рассчитанными на ток до 2 А (при длительном включении) и щитком с выключателем, связанным с кабелем соединительным.

Шарнирное соединение деталей магнитопровода позволяет различным образом ориентировать полюсные наконечники в пространстве, что создает возможность намагничивания и размагничивания участков сложной геометрической формы.

Соленоид с диаметром отверстий 90 и длиной 160 мм входит в комплект намагничивающих устройств. Рассчитан как для работы с блоком управления в режиме длительного включения (ток до 3.5 А), так и для непосредственного включения в сеть 50 Гц, 220 В. На щитке соленоида установлен выключатель ПОСТОЯННЫЙ ТОК – ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК. При работе от сети переменного тока в положении ПОСТОЯННЫЙ ТОК включение выключателя запрещено. Включение соленоида производится кнопкой ВКЛ., расположенной на щитке.

В комплекте намагничивающих устройств предусмотрены ручные электроконтакты, содержащие кабели сечением 10 мм^2 и длиной 1.5 м, наконечники штыревые для подключения к цанговым зажимам, рукоятки и контактные наконечники. Электроконтакты служат для намагничивания изделий пропусканием импульсного тока. На рукоятке одного из электроконтактов установлена кнопка дистанционного включения импульсного тока, которая подключается к импульсному блоку с помощью отдельного шнура с двухполюсной вилкой. Гибкие кабели и ручные электроконтакты предназначены для работы с блоком импульсным.

Предпочтительнее производить контроль при остаточной намагниченности, так как меньше вероятность появления «ложных» дефектов, перегрева или прижога детали при циркуляционном намагничивании, возможность установки детали для осмотра в любое требуемое положение, более высокая производительность, исключается воспламенение суспензии и др. Контроль в приложенном магнитном поле рекомендуется применять *только* в том случае, если контроль на остаточной намагниченности невозможен или нецелесообразен. Магнитное поле рассеивания над дефектами и магнитный рисунок осевшего на дефектах порошка зависит от величины и глубины залегания дефекта, что дает возможность по форме рисунка выявить дефект с большой точностью. Иногда на поверхности детали выявляются «ложные» дефекты. Причинами их возникновения обычно являются: глубокие царапины, неоднородность структуры, резкое изменение площади поперечного сечения и др.

Магнитный дефектоскоп ПМД-70 при контроле коленчатых валов применяют в комплекте с приспособлением 70-8782-1001. Для размагничивания объектов после контроля устанавливают переключатель режимов в положение РАЗМАГНИЧИВАНИЕ и нажатием кнопки ПУСК пропускают через кабель серию размагничивающих импульсов. Окончание цикла размагничивания сигнализирует погасание лампочки ТОК.

При дефектации коленчатых валов с помощью универсальных дефектоскопов М-217, ПМД-2, МЭД-2 и др. валы размагничивают пропусканьем через них тока с постепенным уменьшением его значения до нуля. Контроль степени размагниченности выполняют приборами ПКР-1, МФ-21Ф и др. Коленчатый вал считается размагниченным, если на хвостовике не удерживается мягкая железная проволока диаметром один и длиной 20 мм. Если деталь не размагнитить, то магнитное поле будет препятствовать вымыванию маслом продуктов износа, а значит, увеличится скорость износа. Напомним, что при шлифовке коленчатые валы намагничиваются, и сами по себе выявляются трещины, что может служить дополнительным источником об их наличии. Если при восстановлении деталь подвергается нагреву до $t = 600...700^{\circ} \text{C}$, то её размагничивать не следует.

2 ПОДГОТОВКА ДЕФЕКТОСКОПА И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Работа с дефектоскопом включает следующие операции: *подготовка дефектоскопа к работе; подготовка объекта к контролю; приготовление суспензии; намагничиванию; нанесение индикаторного состава (суспензии, порошка); осмотр объект; размагничивание и контроль степени размагничивания.*

1 Установить дефектоскоп на рабочем месте, подготовить необходимые для работы намагничивающие устройства, соединительные кабели.

2 При намагничивании импульсным током к клеммам Выход импульсного тока подключить ручные контакты или гибкий кабель.

2.1 В случае подключения ручных электроконтактов, вилку кнопки управления, расположенной на одном электроконтакте, включают в розетку КНОПКА ЭЛ. КОНТАКТА.

2.2 Подключить кабель питания 1 к разъёму ПИТАНИЕ импульсного блока.

2.3 Для включения импульсного блока в сеть переменного тока 50

Гц, 220 В, разъём кабеля 1 соединить с разъёмом кабеля переходного 4, оканчивающегося штепсельной вилкой, включаемой в сетевую розетку.

3 Очистить объект к контролю от грязи, масла и ржавчины. Отшлифовать место контроля наждачной бумагой.

4 Приготовить суспензию. Состав суспензии: 30 г специального порошка (ТУ 6-44-1009-49) на один литр керосина. Для проверки качества магнитной суспензии необходимо убедиться, четко ли выявляется известный дефект на эталонной детали.

5 Переключатель режимов работы импульсного блока установить в положение НАМАГНИЧИВАНИЕ.

6 Выключатель ПИТАНИЕ–ОТКЛ. установить в положение ПИТАНИЕ, при этом должна загореться лампочка ПИТАНИЕ.

7 Нажатием кнопки ПУСК (в случае работы с гибким кабелем), или КНОПКИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТА (после установки электроконтактов на намагничиваемом участке и создания контактного усилия) пропустить импульс тока намагничивания (загорается сигнальная лампочка ТОК). Контрольным параметром режима намагничивания является напряжённость магнитного поля на поверхности детали. Для деталей с грубо обработанной поверхностью при контроле в приложенном магнитном поле используется магнитное поле около 30 А/см, а для обработанных деталей окончательно – 100 А/см.

8 Нанести магнитную суспензию на деталь в процессе намагничивания или после намагничивания путём:

- постоянного перемешивания и литья суспензии на исследуемую поверхность детали;
- окунания детали в ванночку с суспензией.

Примечание: предпочтительнее проводить контроль при остаточной намагниченности в следствии меньшей вероятности появления «ложных» дефектов; перегрева и прижога детали; имеется возможность установки детали в любое положение; исключается воспламенение суспензии.

9 Осмотреть деталь и отыскать дефект. (Магнитное поле рассеивания над дефектами и магнитный рисунок осевшего на дефектах порошка зависит от величины и глубины залегания дефекта, что дает возможность по форме рисунка выявить дефект с большой точностью).

10 Для размагничивания объектов после контроля установить переключатель режимов в положение РАЗМАГНИЧИВАНИЕ и нажатием кнопки ПУСК пропустить через кабель серию размагничивающих импульсов (при окончании размагничивания лампочка ТОК погаснет).

3 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 1 Описать порядок работы на магнитном дефектоскопе ПМД-70.
- 2 Обосновать параметры процесса контроля коленчатого вала.
- 3 Вычертить дефектограмму выявленного дефекта на коленчатом вале. Сделать заключение о годности вала.
- 4 Разработать операционную технологическую карту на контроль коленчатого вала магнитным дефектоскопом.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Методы, применяемые при обнаружении явных дефектом
- 2 Методы, применяемые при обнаружении скрытых дефектов.
- 3 Область применения магнито-порошкового метода
- 4 Какова должна быть напряжённость магнитного поля при контроле деталей магнитным дефектоскопом?
- 5 Каков порядок работы на дефектоскопе?
- 6 Как приготовить суспензию? Какая из них предпочтительнее?
- 7 С какой целью производят размагничивание деталей после контроля? Как проверить размагничена деталь или нет?
- 8 Какие существуют способы намагничивания деталей?

5 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Дефекты в деталях, для обнаружения которых применяются специальные методы дефектоскопии, называются

- 1) устранимыми
- 2) явными
- 3) неустраняемыми
- 4) скрытыми

2. Комплекс работ по определению состояния деталей и возможности их повторного использования называется

- 1) комплектацией
- 2) дефектацией
- 3) дефектоскопией
- 4) диагностикой

3. Для обнаружения трещин и несплошностей в блоке цилиндров наиболее целесообразно применить метод дефектоскопии

- 1) магнитный
- 2) гидравлический
- 3) капиллярный
- 4) ультразвуковой

4. Для обнаружения трещины, расположенной вдоль оси вала, с помощью магнитного метода дефектоскопии намагничивание вала нужно осуществить

- 1) в соленоиде
- 2) пропусканием тока через вал
- 3) допускается и то, и другое

5. Каким цветом при дефектации маркируют годные к дальнейшей эксплуатации детали?

- | | |
|------------|------------|
| 1) красным | 3) желтым |
| 2) белым | 4) зеленым |

6. Определение степени годности деталей к дальнейшей эксплуатации называется _____

7. Поступивший в ремонт коленчатый вал необходимо проверить на наличие нарушений целостности. Следует применить

- 1) методы микрометража
- 2) компрессионные методы дефектоскопии
- 3) измерить твердость коренных шеек
- 4) методы магнитной дефектоскопии

8. Для размагничивания после магнитной дефектоскопии следует

- 1) подключить деталь в сеть переменного тока на 1 мин
- 2) подключить деталь в сеть переменного тока и снижать значение тока от максимума до нуля
- 3) поместить деталь в соленоид, запитанный переменным током, и медленно вывести из него
- 4) подключить деталь в сеть постоянного тока с направлением, обратным процессу намагничивания

9. Наиболее предпочтительными методами дефектоскопии при выявлении повреждений в радиаторе, топливном баке являются

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1) гидравлический | 3) пневматический |
| 2) магнитный | 4) капиллярный |

10. Выявить микротрещины в деталях, изготовленных из алюминиевого сплава можно с помощью методов дефектоскопии

- | | |
|--------------------|-----------------|
| 1) магнитного | 3) цветного |
| 2) ультразвукового | 4) капиллярного |

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Пучин, Е.А.** Технология ремонта машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.
- 2 **Курчаткин, В.В.** Надежность и ремонт машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов [и др.]; под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.
- 3 **Пучин, Е.А.** Практикум по ремонту машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолоС, 2009. – 327 с.

СТАТИЧЕСКАЯ И ДИНАМИЧЕСКАЯ БАЛАНСИРОВКА

Цель работы: изучить и освоить статическую и динамическую балансировку деталей машин и сборочных единиц при их ремонте.

Оборудование, инструмент, материалы. Стенд универсальный УБС; машина для динамической балансировки БМ-4У; балансируемая деталь или сборочная единица; магнитные разновесные балансировочные грузы; весы; линейка; ключ гаечный.

1 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Неуравновешенность (дисбаланс) вращающихся частей является одним из факторов, лимитирующих надежность технических объектов. *Неуравновешенность* – состояние, характеризующееся таким распределением масс, которое вызывает переменные нагрузки на опоры, повышенные износ и вибрацию, способствует быстрой утомляемости работающего. Вибрация деталей, появляющаяся из-за неуравновешенности создает дополнительные нагрузки как на детали, так и на узлы, агрегаты и машину в целом.

Например, дисбаланс карданных валов вызывает резкое повышение износа крестовин, подшипников и шлицевого соединения. Дисбаланс колес автомобиля повышает износ протектора, деталей заднего моста, карданной передачи, вызывает вибрацию и снижение долговечности кузова и других деталей. При работе несбалансированного двигателя скорость изнашивания шатунных подшипников увеличивается на 130 %, шеек коленчатого вала на 40...45 %, а ресурс отремонтированных двигателей сокращается в среднем на 15 %.

Причинной неуравновешенности изделий является: неточность изготовления; несимметричность расположения масс металла относительно оси вращения; наличие приливов, отверстий и других конструктивных элементов; ремонтные воздействия и т.д. Например, сбалансированность

коленчатых валов нарушается в результате их изгиба, разницы радиусов кривошипов, разницы масс резьбовых пробок, разницы объемов полостей шатунных шеек, углового смещения шатунных шеек. Сбалансированность массы кривошипно-шатунного механизма в сборе нарушается из-за отсутствия согласованности общей массы шатунов и массы частей шатунов в комплекте на двигатель, что приводит к поперечной и продольной вибрации двигателя СМД-14 на подвеске трактора ДТ-75МВ с размахом колебаний до 0,6 мм. В результате число отказов двигателя возрастает до 50 %.

Таким образом, уравнивание вращающихся частей – один из важных резервов повышения надежности отремонтированных машин.

Дисбаланс возникает в процессе восстановления (изготовления) деталей, сборки узлов и агрегатов и изменяет свое количественное значение в процессе эксплуатации и текущего ремонта. Дисбаланс изделия (D) – векторная величина, определяемая из выражения

$$\bar{D} = m \cdot r = \frac{m_d}{g} \cdot e, \quad (1)$$

где m – локальная неуравновешенная масса; r – расстояние от оси вращения до неуравновешенной массы; m_d – масса детали; e – смещение оси вращения относительно центра масс (эксцентриситет); g – ускорение свободного падения, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

В зависимости от взаимного расположения оси вращения детали и ее главной центральной оси инерции различают *статическую* и *динамическую* неуравновешенность.

Для устранения неуравновешенности вращающихся деталей их подвергают *балансировке*.

1.1 Статическая балансировка

При статической неуравновешенности ось вращения детали смещена относительно центра масс на эксцентриситет (e) и параллельна главной центральной оси инерции (рисунок 1)

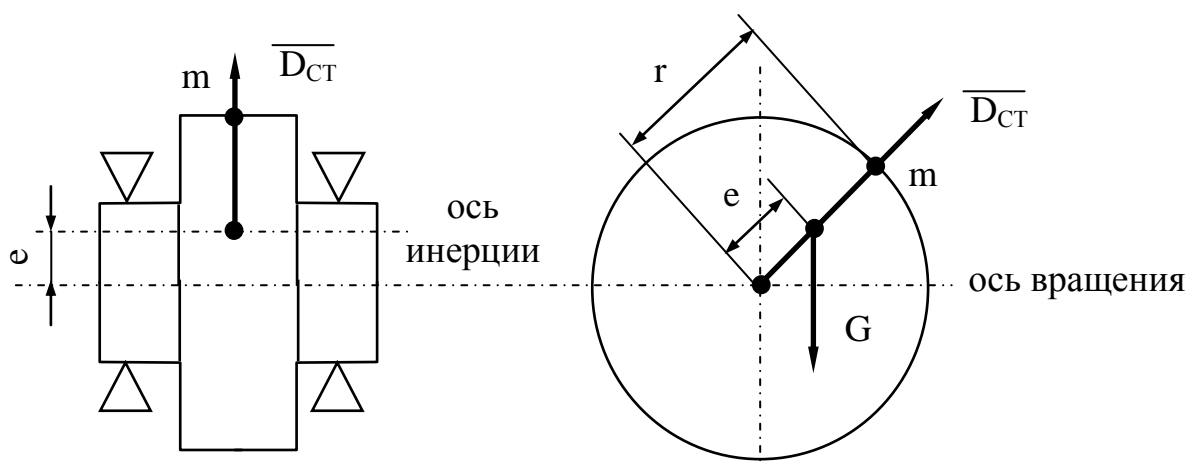


Рисунок 1 – Схема статической неуравновешенности детали

Статическая неуравновешенность определяется главным вектором дисбалансов $\overline{D_{ст}}$ (статический дисбаланс).

При смещении центра тяжести во время работы изделия возникает неуравновешенная центробежная сила (вызывающая вибрацию):

$$F_{цс} = m \cdot r \cdot \omega^2 = \frac{G \cdot e}{0,1 \cdot g} \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30} \right)^2, \quad (2)$$

где m – неуравновешенная масса, кг; g – ускорение свободного падения, m/c^2 ; n – частота вращения детали, c^{-1} .

Контрольно-пригоночную операцию по устранению статической неуравновешенности, т.е. по приведению центра массы детали к центру вращения, называют *статической балансировкой*.

Статической балансировке подвергают детали, имеющие относительно большой диаметр и небольшую ширину: маховик, диски, шкивы, колеса, шлифовальные круги в сборе со ступицами, муфты сцепления в сборе и др. Установлено, что большинство изделий, у которых диаметр больше длины, можно в достаточной степени уравновесить статически.

Неуравновешенность массы дискообразных деталей относительно центра вращения обнаруживается в статическом состоянии на стендах с призмами или роликами. На рабочем месте используется стенд с роликами марки УБС. Деталь, закрепленную на технологическую ось, установите на

ролики стенда или на горизонтальные призмы.

Если центр массы детали не совпадает с осью вращения и не располагается на вертикали ниже оси вращения, то деталь выйдет из статического состояния, т.е. повернется, и ее утяжеленная часть займет нижнее положение. Такая деталь считается статически неуравновешенной. (Статически уравновешенная деталь при повторных выведениях из равновесия должна останавливаться в любых разных положениях.)

Для уравновешивания детали удаляют часть металла с тяжелой ее стороны – высверливанием, стачиванием на обдирочных станках; или прикрепляют грузы к противоположной легкой стороне приваркой, приклеиванием, подкладыванием шайб под болты.

В узлах крепления шлифовальных кругов применяются устройства для балансировки, где специальные грузы перемещаются по окружности в предназначенных для этого пазах.

Масса удаляемого или прикрепляемого груза (m_y) может быть определена исходя из условия уравновешивания, (см. рисунок 2).

$$m_y \cdot R = G \cdot e = D. \quad (3)$$

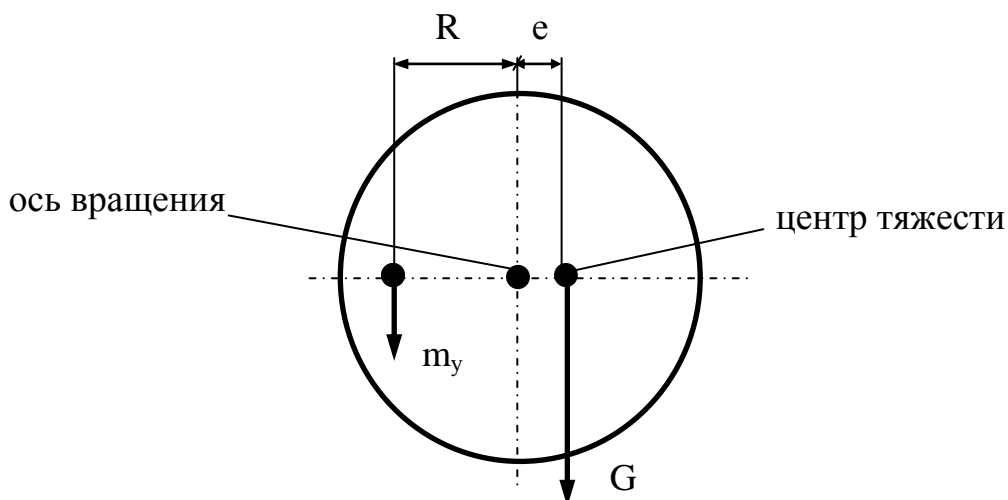
Вычислить произведение $G \cdot e$ в начале балансировки не представляется возможным, т.к. не известно расстояние между центром вращения детали и центром массы. Поэтому массу уравновешивающего груза (m_y) приходится находить подбирают опытным путем и прикрепляют его на расстоянии R от оси вращения (рисунок 2).

В качестве уравновешивающих грузов применяют магнитные разновесы. К деталям из немагнитных материалов грузы прикрепляют с помощью прилипающих материалов, например, применяя пластилин.

При удалении металла сверлением необходимо задаться диаметром сверла и определить потребную глубину сверления. При необходимости число высверливаемых отверстий может быть два, три и более. Масса удаляемого количества металла:

$$m_{y.m.} = S \cdot h \cdot \rho, \quad (4)$$

где S – площадь отверстия, см^2 ; h – глубина отверстия, см , ρ – плотность металла, г/см^3 .



m_y – масса уравновешивающего груза;
 e – смещение центра массы детали от центра вращения;
 R – радиус расположения центра массы уравновешивающего груза

Рисунок 2 – Схема статического уравновешивания детали

Для ускорения расчетов глубины сверления, длины проволоки припоя и т.д. в серийном производстве пользуясь заранее составленными номограммами.

Уравновешивание детали можно считать окончанным, если в любом положении она сохраняет состояние безразличного равновесия.

Допустимая остаточная неуравновешенность D_D зависит от типа балансируемой детали (приложение А, таблица 1) и задается техническими условиями, исходя из того, чтобы возмущающая сила $F_{ц.с.}$ (2) на каждом подшипнике не превышала 1...2 % массы ротора.

При уравновешивании детали на роликах можно обеспечить точность ΔD , ориентировочно определяемую по формуле

$$\Delta D = \frac{0,001}{\cos \alpha} \cdot G \cdot \left(\mu \cdot r \cdot \frac{d}{d_o} + K \right), \quad (5)$$

где μ – коэффициент трения в подшипнике ролика, $\mu = 0,02$; r – радиус расположения тел качения в подшипнике, для стенда УБС $r = 22$ мм; d , d_p – соответственно диаметр оправки и ролика, диаметр оправка для диска колеса $d = 40$ мм, оправки для шлифовального круга $d = 25$ мм, $d_p = 150$ мм; K – коэффициент трения качения оси по роликам, $K = 0,05$; $\cos\alpha$ – определяется из геометрических соотношений размеров (рисунок 3).

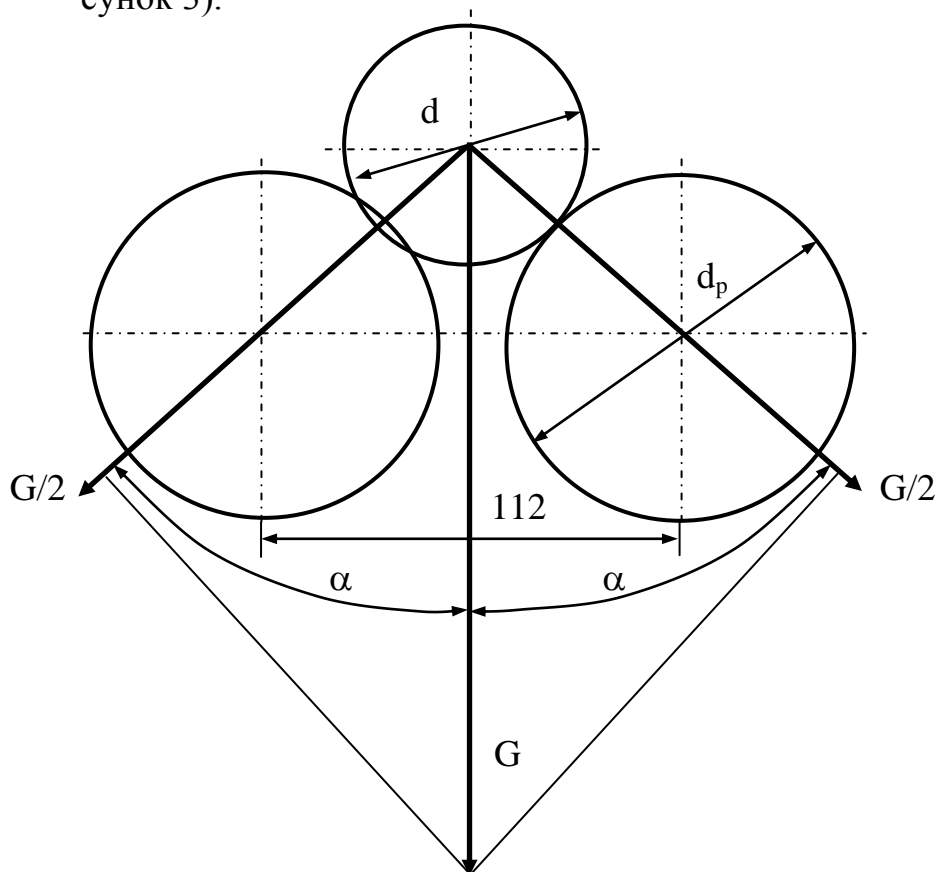


Рисунок 3 – Схема контроля неуравновешенности детали на роликах

Если $\Delta D > 0,2 D_d$ – «чувствительность» стенда не достаточна, а при $\Delta D > 0,2 D_d$ – достаточна.

Если «чувствительность» стенда не позволяет произвести уравнивание с необходимой точностью (ΔD), то повышение точности может быть достигнуто *методом точного статического уравнивания*. После того как деталь уравновешена с предельно возможной на данном приспособлении точностью, ее окружность делят на 8 равных частей и нумеруют их согласно рисунку 4. а.

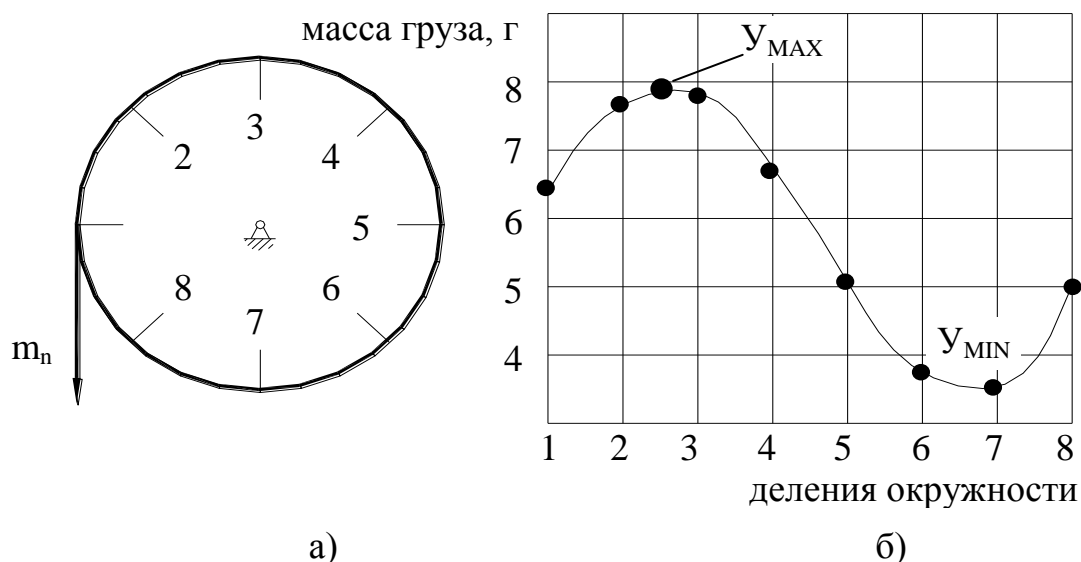


Рисунок 4 – Схема метода точного статического уравнивания

Вращая деталь таким образом, чтобы отметка 1 находилась в горизонтальном положении, подбирают пробный груз с минимальной массой m_n , при котором деталь начинает перекашиваться по роликам. Аналогичные действия следует проделать по отношению ко всем отметкам, а результат измерений записывают в виде:

номер отметки	1	2	3	4	5	6	7	8
масса груза, г	6,5	7,5	7,8	6,5	6,3	3,8	3,6	5,0

По полученным данным строят график (рисунок 4. б), в координатах «развертка окружности детали – масса пробного груза». Если измерение произведено правильно и отсутствуют дефекты приспособления и детали, то построенная по полученным точкам кривая будет иметь вид синусоиды, максимальная точка (Y_{MAX}) которой определяет положение уравнивающего груза.

В соответствии с рисунком 4. б дополнительный уравнивающий груз следует установить между второй и третьей отметками. Масса дополнительного груза определяется из выражения

$$m_d = \frac{Y_{MAX} - Y_{MIN}}{2}, \quad (6)$$

где Y_{MAX} и Y_{MIN} – значение максимальной и минимальной ординаты кривой.

1.2 Динамическая балансировка

Динамическая балансировка применяется для деталей, длина которых превышает их поперечные размеры, то есть для уравновешивания вращающихся деталей, имеющих большую по сравнению с диаметром длину ($l > d$) статической балансировки оказывается недостаточно.

Динамическая неуравновешенность появляется, если ось вращения детали не совпадает с ее главной осью инерции, и обнаруживается, когда во время вращения изделия в нем возникает неуравновешенный (возмущающий) момент пары сил, даже если изделие статически было сбалансировано. При статической балансировке неуравновешенную массу m уравновешивают массой Q . Однако, при ее вращении вокруг оси детали появляется пара центробежных, противоположно направленных сил F_1 и F_2 , действующих на плече L (рисунок 5) и образующих возмущающий момент M . Возмущающий момент стремится повернуть вал вокруг его оси вращения на некоторый угол, но опоры вала препятствуют этому и в них создается дополнительная нагрузка, приводящая к возникновению вибраций работающего агрегата. Нагрузки на опоры и вибрация возрастает с увеличением частоты вращения детали, а величина дисбаланса тем больше, чем больше плечо и чем дальше неуравновешенная масса удалена от оси вращения изделия.

Момент пары сил определяется из выражения

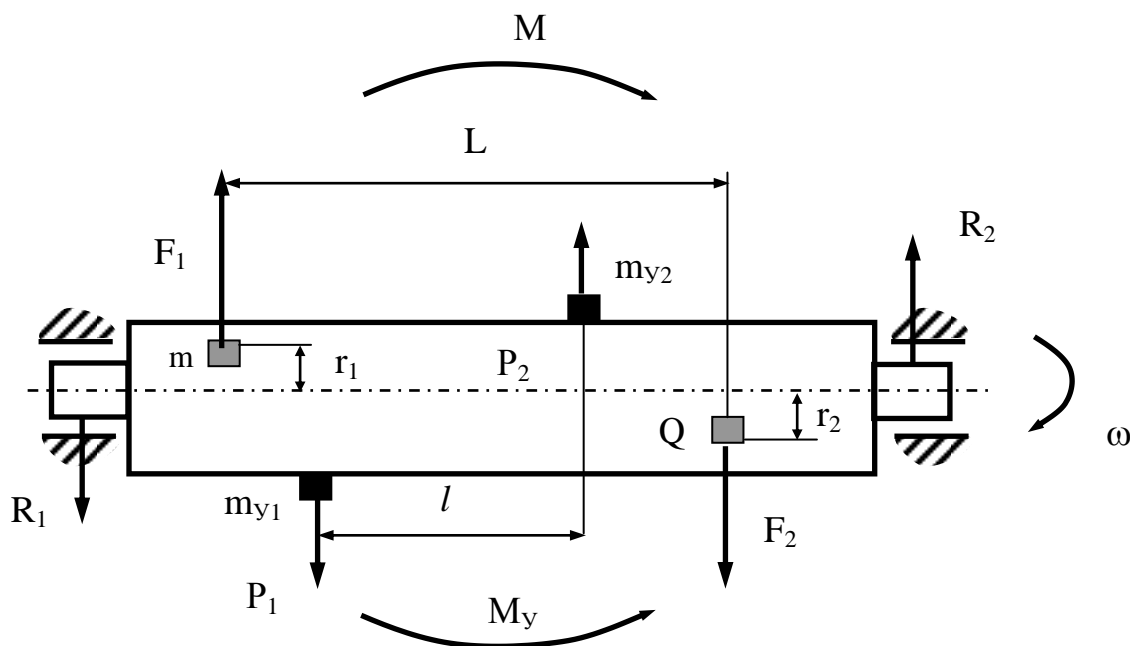
$$M = F_1 \cdot L = m \cdot r \cdot \omega^2 \cdot L, \quad (7)$$

где L – расстояние между неуравновешенной и уравновешивающей статически массой (плечо пары центробежных сил).

Для динамической уравновешенности детали необходимо либо убрать возмущающий момент, либо создать равный противодействующий момент. С этой целью в точках, противоположных участкам размещения грузов m и Q на равном расстоянии от оси вращения устанавливают равные им по массе грузы m_{y1} и m_{y2} (рисунок 5), так чтобы

$$F_1 \cdot L = P_1 \cdot l, \quad (8)$$

где l – расстояние между уравновешивающими массами.



m – неуравновешенная масса; Q – статически уравновешенная масса; m_{y1} и m_{y2} – динамически уравновешивающие массы; F_1 и F_2 – центробежные силы; P_1 и P_2 – центробежные силы от динамически уравновешивающих масс; M – возмущающий момент; M_y – уравновешивающий момент

Рисунок 5 – Схема сил и моментов при динамической неуравновешенности

Динамическую балансировку проводят при вращении детали, помещая ее на упругие опоры (специальных машин), которые колеблются под действием центробежных сил и их моментов, добиваясь прекращения вибраций опор.

Неуравновешенные массы при динамической балансировке устраняют снятием металла или созданием компенсирующую пару сил при помощи уравновешивающих грузов (m_{y1} , m_{y2}).

Масса снимаемого или добавляемого металла

$$m_y = \frac{M}{r}, \quad (9)$$

где M – дисбаланс, определяемый r – расстояние от оси вращения детали до места прикрепления груза или снятия металла.

У деталей типа «диск» (шкивы, диски сцепления, маховики, наждачные круги) – плечо пары сил не может быть большим, поэтому их подвергают только статической балансировке.

Для деталей типа «вал» (коленчатые и карданные валы), имеющие длину, значительно превосходящую их диаметр, решающее значение имеет динамическая балансировка.

Детали ответственных сборочных единиц подвергают динамической балансировке отдельно (коленчатый вал в сборе с маховиком), а затем всю сборочную единицу балансируют в сборе (двигатель). Нормы дисбаланса приведены в технических требованиях на ремонт машины (приложение А, таблица 2).

Динамическая балансировка исключает необходимость выполнения балансировки статической, но не наоборот.

Для выполнения динамической балансировки необходимы установки, обеспечивающие вращение детали, контроль действующих на опоры центробежных сил или моментов этих сил, возникающих от неуравновешенных масс, а так же выявление плоскости расположения неуравновешенных масс.

1.2.1 Балансировочная машина БМ-У4

Машина БМ–У4 модели 4274, предназначенная для динамической балансировки деталей на ремонтных предприятиях, имеет следующую техническую характеристику:

– масса балансируемого изделия, кг	5...200
– масса машина, кг	1100
– наибольшее расстояния между серединами опор	800
– наименьшее расстояние между серединами опор, мм	260
– наибольшим диаметр проверяемого изделия, мм	800
– частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	750±10
– неточность балансировки, г·см	5...20

– мощность электродвигателя, кВт

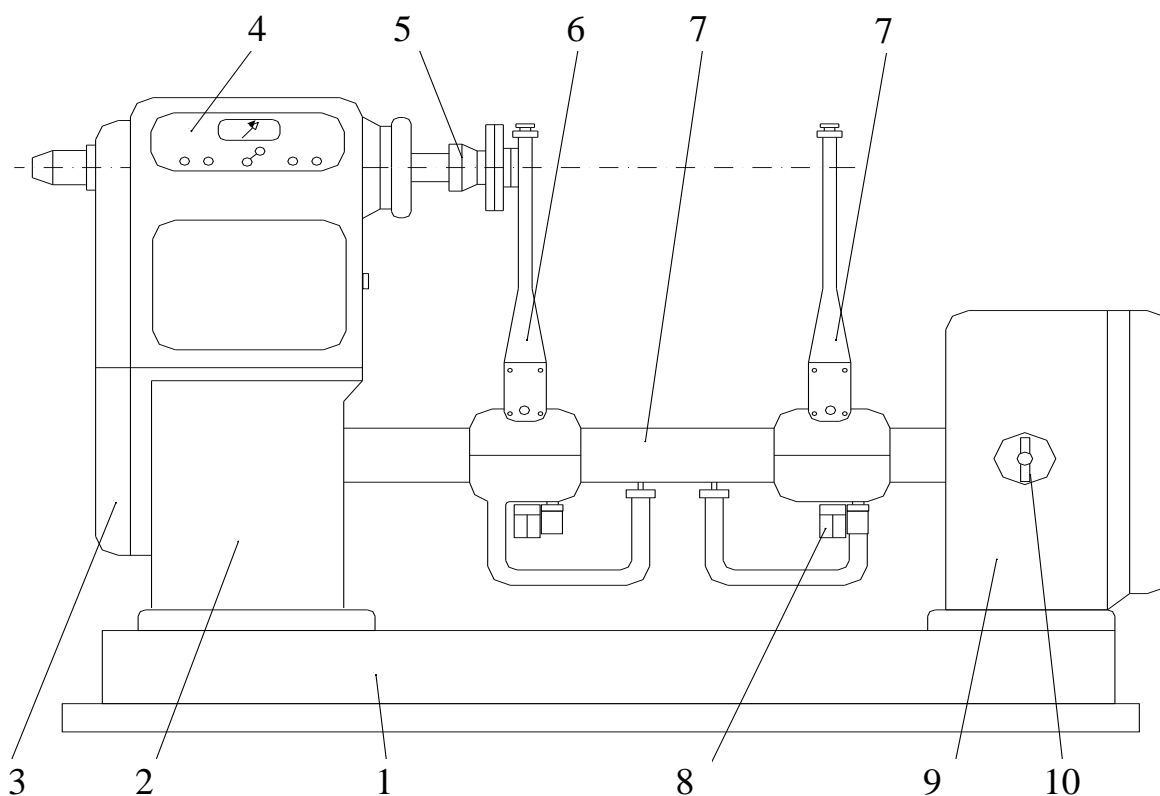
3

– стробоскоп с импульсной лампой

ИМФ-120.

Машина состоит из 2-х основных частей: механической и электрической. Кроме того, машина имеет устройство для автоматической смазки вкладышей под опорные шейки балансируемой детали.

Механическая часть. Литые чугунные стойки 2 и 9 (рисунок 6) плиты 1, стальные трубы 7 жестко соединены между собой и составляют станину станка.



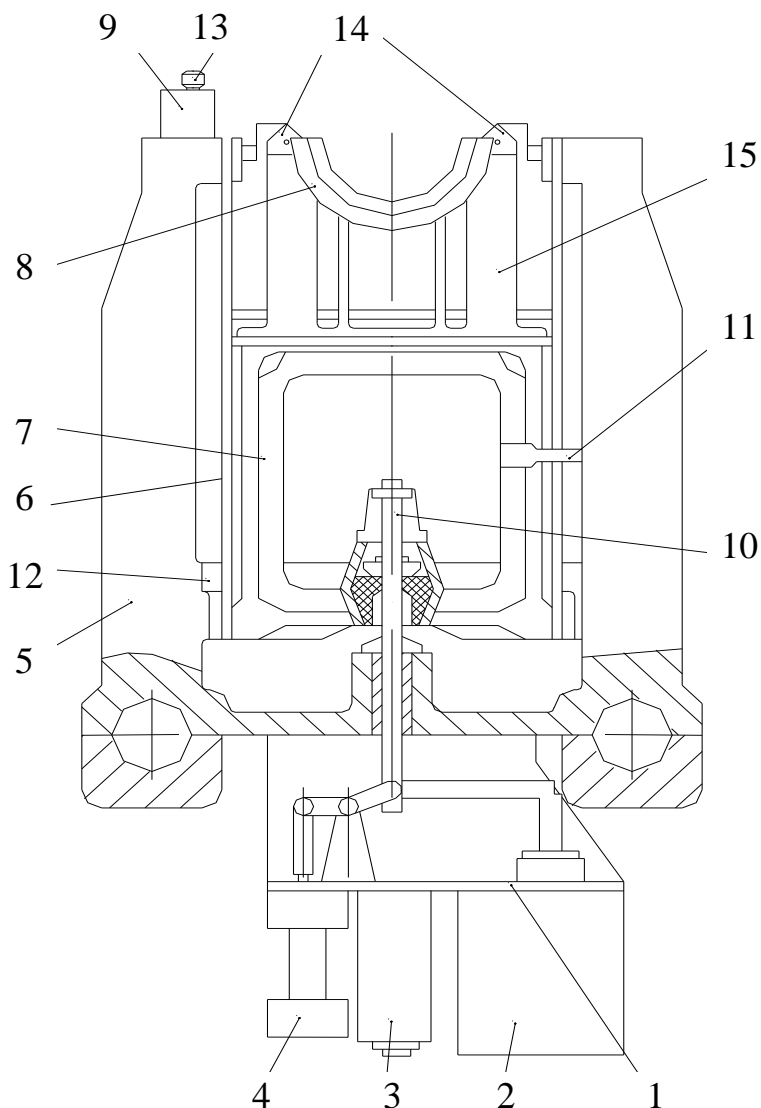
1 – плита машины; 2 – стойка для размещения электронной аппаратуры и электродвигателя; 3 – ограждение; 4 – пульт управления; 5 – приводная муфта; 6 – опора; 7 – трубчатая направляющая; 8 – зажим крепленая люлек; 9 – стойка для размещения электрооборудования; 10 – пакетный выключатель

Рисунок 6 – Динамическая балансировочная машина БМ-У4

На трубчатых направляющих машины укрепляются две опоры 6, которые после перемещения в заданное положение закрепляются винтами. На стойке 2 жестко укреплена шпиндельная бабка, а внутри смонтирован электропривод машины. В стойке 9 смонтирован щит с электрооборудова-

нием. На опорах 6 крепятся кронштейны 1 (рисунок 7), на которых монтируются электромагниты 2, масляный насос 4 и фильтры 3. Электромагниты служат для автоматического запираания и отпираания люлек и приведение в действие масляных насосов.

В корпусах опор 5 (рисунок 7) на стальных лентах 6 подвешены люльки 7, смонтированы масляные гасители колебаний люлек, датчики 12 и механизмы блокировки люльки 10.



- 1 – кронштейн; 2 – электромагнит блокировки люльки; 3 – масляный фильтр; 4 – насос; 5 – опора; 6 – лента подвески люльки; 7 – люлька;
 8 – вкладыш; 9 – масляный бачок; 10 – механизм блокировки; 11 – тяга масляного демпфера; 12 – датчики колебания опор; 13 – регулировочная игла; 14 – пластина; 15 – полулюлька

Рисунок 7 – Подвижная опора в сборе с люлькой

Кроме того, к корпусам опор прикреплены бачки 9 для автоматической смазки вкладышей 8. Количество масла для смазки вкладышей регулируется иглой 13. Сменные вкладыши 8 (разных диаметров) под шейки балансируемой детали крепятся на полулюльках 15 пластинами 14. Пластины демпферов подвешиваются к люлькам на тягах 11.

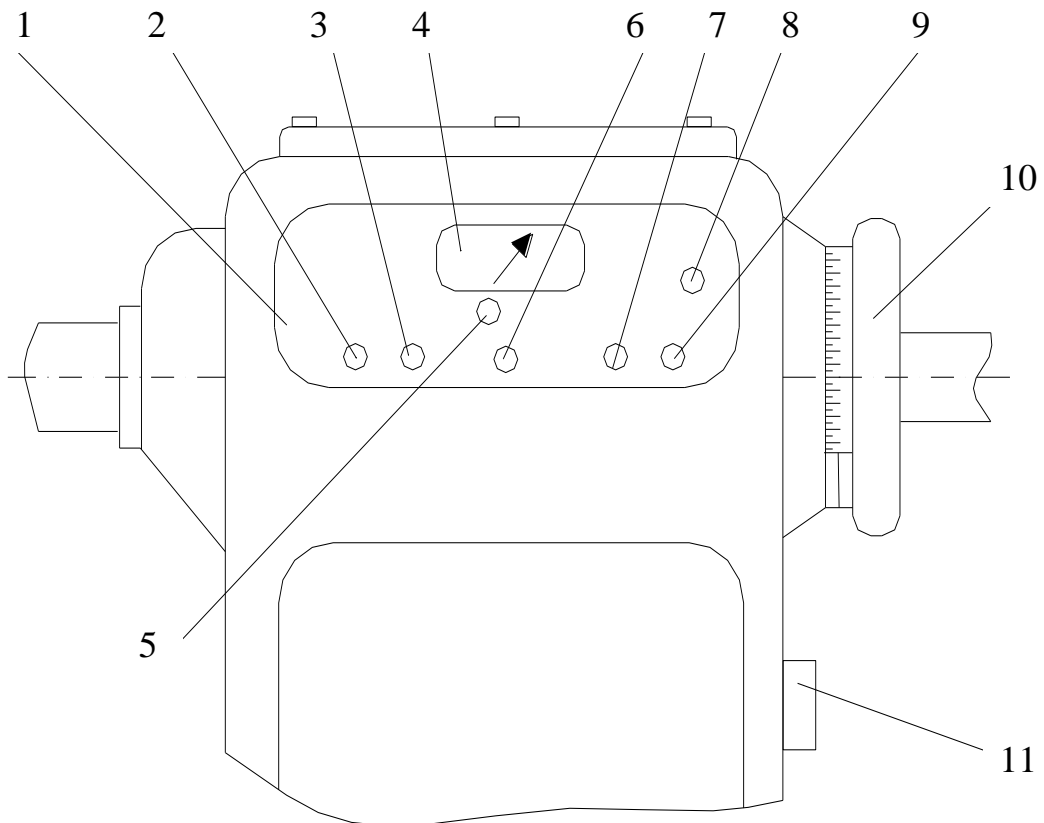
Неуравновешенные массы детали вызывают механические колебания люлек опор. С помощью датчиков эти механические колебания преобразуются в электрические. Причем напряжение электрического тока в датчике прямо пропорционально величине механического колебания опоры, т.е. неуравновешенности. В измерительном устройстве ток усиливается и прочитывается на приборе в виде показаний дисбаланса.

Электрическая часть. В нее входит электропривод и измерительное устройство. Электропривод управляется кнопочной станцией, укрепленной на шпиндельной бабке. Для уменьшения выбега двигателя и привода (например, при балансировке тяжелых деталей) в машине применено устройство для динамического торможения. При нажатии кнопки «стоп» двигатель отключается от сети переменного тока и на его обмотки подается напряжение постоянного тока. В результате этого в обмотках двигателя создается неподвижное магнитное поле, которое воздействует на вращающийся ротор и останавливает его. Постоянное напряжение получается с помощью кремневых вентилях, смонтированных на электрошите в стойке 9 (рисунок 6).

Электромагниты 2 (рисунок 7) благодаря наличию в схеме реле времени вступает в работу через 3...6 с после включения двигателя, т.е. после его разгона и, воздействуя на механизм блокировки 10, растормаживает люльки 7. Когда двигатель включается, магниты обесточены и запирают люльки. В стойке 9 (рисунок 6) установлен трансформатор, питающий измерительное устройство напряжением 127 В.

Измерительное устройство машины предназначено для замера импульсов динамической неуравновешенности деталей, преобразования им-

пульсов в электрические сигналы, усиление сигналов и подачи их не стробоскопический осветитель. Измерительное устройство включает в себя; датчики колебаний 12 (рисунок 7), усилитель, смонтированный в электронном блоке, стробоскопический осветитель, смонтированный с внутренней стороны пульта управления у смотрового окна 8 (рисунок 8) и прибор 4 (рисунок 8), работающий по принципу амперметра.



1 – пульт управления; 2, 9 – потенциометры компенсации левой и правой стороны; 3,7 – потенциометры установки чувствительности (эталонирования); 4 – микроамперметр (для определения величины дисбаланса); 5 – переключатель микроамперметра для точного и грубого измерения; 6 – переключатель балансировки левой или правой стороны; 8 – смотровое окно стробоскопического устройства; 10 – градуированный лимб вала привода; 11 – кнопочная станция

Рисунок 8 – Схема управления балансировочной машины БМ-У4

Датчики 12 (рисунок 7) служат для преобразования механических колебаний опор в электрические колебания напряжения. Датчики крепятся на корпусных опорах, а сигналы от них передаются на потенциометры, смонтированные в электронном блоке.

Усилитель предназначен для усиления, формирования и сложения сигналов датчиков, а также формирования электрических импульсов для стробоскопического осветителя, которым производится определение углового расположения неуравновешенных масс детали.

Стробоскопический осветитель управляется напряжением датчика, причем каждый раз, когда направление неуравновешенности оказывается на линии стрелки, лампа вспыхивает. Угловое направление определяется по шкале лимба, укрепленного на шпинделе. При вспышке стробоскопического осветителя цифры на лимбе кажутся неподвижными. Цифра, оказавшаяся против неподвижной стрелки, определяет угловое направление неуравновешенности.

Для настройки и тарировки машина БМ-У4 укомплектована эталонным валом с тарировочным грузом, создающим дисбаланс в $300 \text{ г}\cdot\text{см}^3$.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1 Для варианта задания, предложенного преподавателем (приложение Б, таблица 1), выбрать метод устранения несбалансированности и обосновать свой выбор.

2.1 Статическая балансировка

2.1.1 Балансируемую деталь, смонтированную на точно обработанную и уравновешенную оправку установить на горизонтальные призмы или ролики стенда с малым сопротивлением в опорах.

2.1.2 Детали сообщить медленное вращение, и, после остановки, отметить мелом самую верхнюю часть детали. Повторно сообщить детали вращение и если отмеченная мелом точка вновь займет верхнее положение, то центр массы детали расположен в плоскости проходящей через отметку. Если положение отметки при повторном выведении детали из состояния равновесия не совпадает с первоначальным, то операцию нанесения отметки следует повторить 3...4 раза и определить среднее значение между отметками.

2.1.3 На выбранном от центра радиусе, учитывая возможность в дальнейшем удаления или прибавления на этом радиусе металла, в плоскости, проходящей через отметку прикрепить уравнивающий груз. Массу груза следует подобрать такой (повторным прикреплением грузов разных масс), чтобы создаваемый им момент был равен дисбалансу (D).

2.1.4 Определить на весах массу уравнивающего груза.

2.1.5 Подобрать груз такой же массы и присоединить его к детали в месте, где был прикреплен уравнивающий груз, или же на диаметрально противоположной стороне детали (на том же радиусе) удалить материал детали такой же массы. Полученные данные (m_y , R , D) занести в протокол балансировки (приложения В, таблица 1).

2.1.6 Определить остаточную неуравновешенность D_d и точность ΔD , пользуясь формулами (2) и (5) и таблицей 1 приложения А. Сделать вывод о «чувствительности» станда. Полученные данные занести в протокол балансировки (приложения В, таблица 1).

2.1.7 Провести оценку балансировки методом точного статического уравнивания (стр. 8...9 методических указаний). Построить график масс пробных грузов по развертки окружности (приложение В, рисунок 1), определить массу дополнительного груза по формуле (6). Результаты занести в таблицу 2, приложения В

2.2 Динамическая балансировка

РАБОТАТЬ НА СТАНКЕ САМОСТОЯТЕЛЬНО КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ!

2.2.1 Подключить машину к сети пакетным выключателем 10 (рисунок 6). При этом должна загораться контрольная лампочка на пульте управления.

2.2.2 После пятиминутного прогрева включите привод машины кнопкой «Пуск». Через 5...6 с частота вращения балансируемой детали достигнет номинального (750 мин⁻¹) и люльки растормозятся под действием реле времени. При расторможении будет слышаться характерный треск в нижней части опор.

2.2.3 Установите переключатель 5 (рисунок 8) в положение «Грубо», а переключатель 6 в положение «Правая».

Если неуравновешенность детали составляет менее 300 г·см переключатель 5 установите в положение «Точно». Определить величину неуравновешенности по шкале прибора и записать результаты в протокол балансировки (приложение Г, таблица 1).

Через смотровое окно пульта управления 8 определить цифру на вращающемся лимбе, которая окажется против стрелки и записать результат в протокол балансировки (приложение Г, таблица 1). Даная цифра определяет угловое направление неуравновешенных масс детали.

2.2.4 Установить переключатель 6 в положение «левая». Показания дисбаланса и углового направления неуравновешенных масс на левой опоре записать в протокол балансировки (приложение Г, таблица 1).

2.2.5 Остановить машину кнопкой «Стоп». Для более быстрой остановки вала можно применить электроторможение, которое действует пока нажата кнопка «Стоп». Вращением за маховик установить шпиндель в положение соответствующее цифре прочитанной на лимбе осветителя при установке переключателя 6 в положение «Правая». В вертикальной, осевой плоскости под осью вращения будет находиться избыточный груз.

Например, микроамперметр 4 (рисунок 8) показал 230 г·см, а в смотровом окне против стрелки на вращающемся лимбе стрелка указала на цифру 270°. Для определения углового положения неуравновешенности масс следует вращением привода за маховик подвести значение угла 270° на лимбе маховика к стрелке, укрепленной на шпиндельной бабке машины. В результате этой операции неуравновешенная масса правой стороны вала, имеющая дисбаланс 230 г·см, окажется расположенной в вертикальной осевой плоскости выше оси вращения. Для балансировки вала необходимо удалить неуравновешенную массу металла с верхней правой части вала или добавить эквивалентную ей массу в нижней части вала создающую такой же момент 230 г·см.

2.2.6 Определить масса металла m_y , которую нужно добавить к валу при балансировке по формуле (9). Полученные данные занести в протокол балансировки (приложение Г, таблица 1).

2.2.7 После укрепления груза произведите проверку балансировки вала. Балансировку следует закончить, когда остаточный дисбаланс будет менее допустимого по техническим условиям (приложение А, таблица 2).

2.2.8 Сделать выводы о соответствии уравновешенного изделия техническим условиям.

3 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

3.1 Обоснование и выбор способа балансировки для предлагаемого варианта изделия.

3.2 Принципиальная схема балансировки и расчетные формулы.

3.3 Протокол балансировки.

3.4 Выводы по проделанной работе.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

4.1 Что такое дисбаланс (неуравновешенность) деталь?

4.2 Причины возникновения неуравновешенности восстановленных деталей и сборочных единиц?

4.3 Природа возникновения статической неуравновешенности?

4.4 В чем причины возникновения динамического дисбаланса?

4.5 Область применения статической балансировки.

4.6. Для каких технических объектов, подвергаемых ремонтным воздействиям, применяется динамическая балансировка?

4.7 Принцип проведения статической балансировки.

4.8 Какое оборудование применяется при балансировке.

4.9. Как осуществляется динамическая балансировка?

5 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Подвергать балансировке после восстановления следует

- 1) поршневой палец
- 2) тормозные колодки
- 3) карданный вал
- 4) блок цилиндров

2. При статическое неуравновешенности не совпадают

- 1) центр масс и ось вращения
- 2) центр масс и главная ось инерции
- 3) центр вращения и главная ось инерции

3. При статическое неуравновешенности не совпадают

- 1) центр масс и ось вращения
- 2) центр масс и главная ось инерции
- 3) центр вращения и главная ось инерции

4. Детали типа «вал» подвергают

- 1) статической балансировке
- 2) динамической балансировке
- 3) проводят оба вида балансировки

5. Детали типа «диск» подвергают

- 1) статической балансировке
- 2) динамической балансировке
- 3) проводят оба вида балансировки

6. Для устранения неуравновешенности детали подвергают

7. Причиной неуравновешенности отремонтированной детали является _____

8. Статически уравновешенная деталь при повторном выведении из равновесия _____

9. Масса уравнивающего груза при статической балансировке

$$1) m_{y.m.} = S \cdot h \cdot \rho$$
$$2) M = F_1 \cdot L = m \cdot r \cdot \omega^2 \cdot L$$
$$3) m_y = \frac{M}{r}$$

10. Масса уравнивающего груза при динамической балансировке

$$1) m_{y.m.} = S \cdot h \cdot \rho$$
$$2) M = F_1 \cdot L = m \cdot r \cdot \omega^2 \cdot L$$
$$3) m_y = \frac{M}{r}$$

ЛИТЕРАТУРА

1 **Пучин, Е.А.** Технология ремонта машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.

2 **Курчаткин, В.В.** Надежность и ремонт машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов [и др.]; под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.

3 **Пучин, Е.А.** Практикум по ремонту машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолоС, 2009. – 327 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 – Допустимая остаточная неуравновешенность

Тип балансируемой детали	Остаточная неуравновешенность на 1 кг массы детали, г·см/кг
Шлифовальные круги	до 0,1
Шкивы ременных передач	0,25
Роторы вентиляторов	1,00
Коленчатые валы двигателей, якоря электродвигателей	2,50
Карданные валы, барабаны молотилок и измельчающих аппаратов косилок	5
Колеса автомобилей	15

Таблица 2 – Допустимый дисбаланс, г·см

Марка двигателя	Допустимый дисбаланс	
	Коленчатого вала	Коленчатого вала в сборе с маховиком и сцеплением
ГАЗ-53	15	70
ЗИЛ-130	30	150
ЯМЗ-240	150	
ЯМЗ-238 НБ	50	150
СМД-60	70	205
А-01М	140	
А-41	40	
СМД-14	75	210
Д-240, Д-50	30	150
Д-37М	90	
Д-21	20	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 1 – Варианты заданий

Номер варианта	Объект балансировки
1	Коленчатый вал
2	Шлифовальный круг
3	Карданный вал
4	Молотильный барабан
5	Средний диск вариатора
6	Коленчатый вал в сборе с маховиком и муфтой сцепления
7	Автомобильное колесо
8	Двигатель в сборе
9	Маховик
10	Сцепление в сборе

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица 1 – Протокол статической балансировки

Наименование детали	Масса уравновешивающего груза m_y , г	Радиус расположения уравновешивающего груза R , см	Величина дисбаланса D , г·см	Допустимая остаточная неуравновешенность D_d	Точность балансировки ΔD	«Чувствительность» стенда

Таблица 2 – Результаты измерения масс пробных грузов

№ отметки	1	2	3	4	5	6	7	8
Масса груза, г								

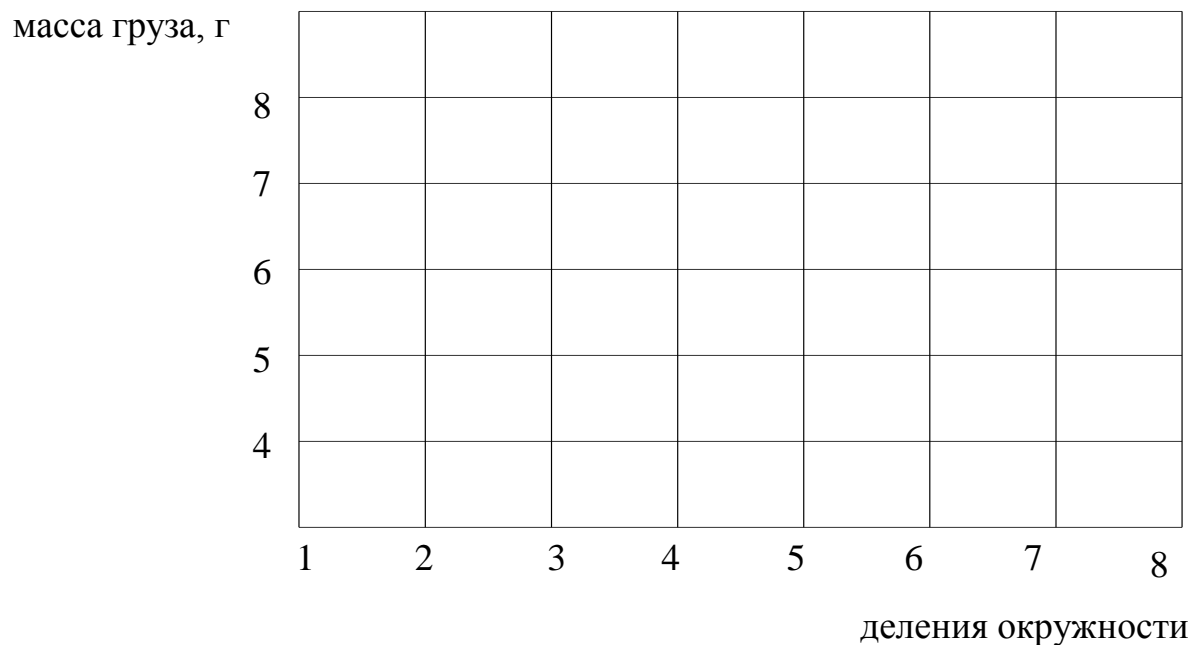


Рисунок 1 – График для определения точности балансировки

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица 1 – Протокол динамической балансировки

Опора баланси- ровочной машины	дисбаланс начальный		дисбаланс остаточный		Уравновешивающая масса m_u , Г
	величина	угловое положение	величина	угловое положение	
правая					
левая					

РЕМОНТ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МЕТОДОМ РЕМОНТНЫХ РАЗМЕРОВ*

Цель работы: изучение основных технических характеристик оборудования, оснастки и инструмента, применяемых при восстановлении; проектирование и выполнение технологического процесса восстановления; определение машинного времени и хронометраж выполняемой работы*.

Применяемое оборудование, оснастка, инструмент: станки: 2А78Н 3Г833с принадлежностями; приспособления для установки и крепления гильзы; микрометры: рычажный МР-100 (ГОСТ 4381-80), гладкий МК-100 (ГОСТ 6607-78); индикаторный нутромер НИ 80-100, НИ 50-100 (ГОСТ 868-72); штангенциркуль ШЦ-И-250-0,05 (ГОСТ 166-80), линейка 300 (ГОСТ 427-75); стойка микрометра С-1У; штатив Ш-П-Н (ГОСТ 10197-70); резец проходной с пластинкой ВК3М, $\varphi = 45^\circ$ (ГОСТ 18882-73); бруски

*Лабораторная работа рассчитана на 4 академических часа

* Дефекты гильз цилиндров и средства и способы их контроля подробно рассмотрены в лабораторной работе «Исследование технического состояния рабочих поверхностей гильз цилиндров»

хонинговальные: для черновой обработки – А250/200-М1 Сц; чистовой – АСВ100/ 8-МС2; окончательной – АСМ28/20МСВ; СОЖ: смесь 90 % керосина и 10 % веретенного масла; эталон шероховатости по чугуну.

1 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Технологический процесс восстановления гильз цилиндров

Технология ремонта цилиндров и гильз зависит от их конструкции, которая у автотракторных двигателей различна. У одних двигателей цилиндры отлиты и расточены непосредственно в блоке, у других – в качестве цилиндров запрессованы в отверстия блока гильзы из легированного чугуна. Все современные тракторные, комбайновые и двигатели грузовых автомобилей, как правило, изготавливают со сменными гильзами.

В целях увеличения сроков службы гильзы двигателей отливают из легированного чугуна СЧ 21-40 и подвергают поверхностной закалке до получения твердости не ниже 40 НРС_э.

Широкое распространение при ремонте гильз цилиндров получил метод ремонтных размеров, который включает в себя растачивание под ремонтный размер с последующим хонингованием.

Схема маршрутов восстановления гильз методом ремонтных размеров приведена на рисунке 1.

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.

Посадочные верхний и нижний пояски восстанавливают электроконтактной приваркой ленты, металлизацией, нанесением полимерных материалов, гальваническим железнением, электроконтактным нанесением (электронатиранием) железцинкового сплава.

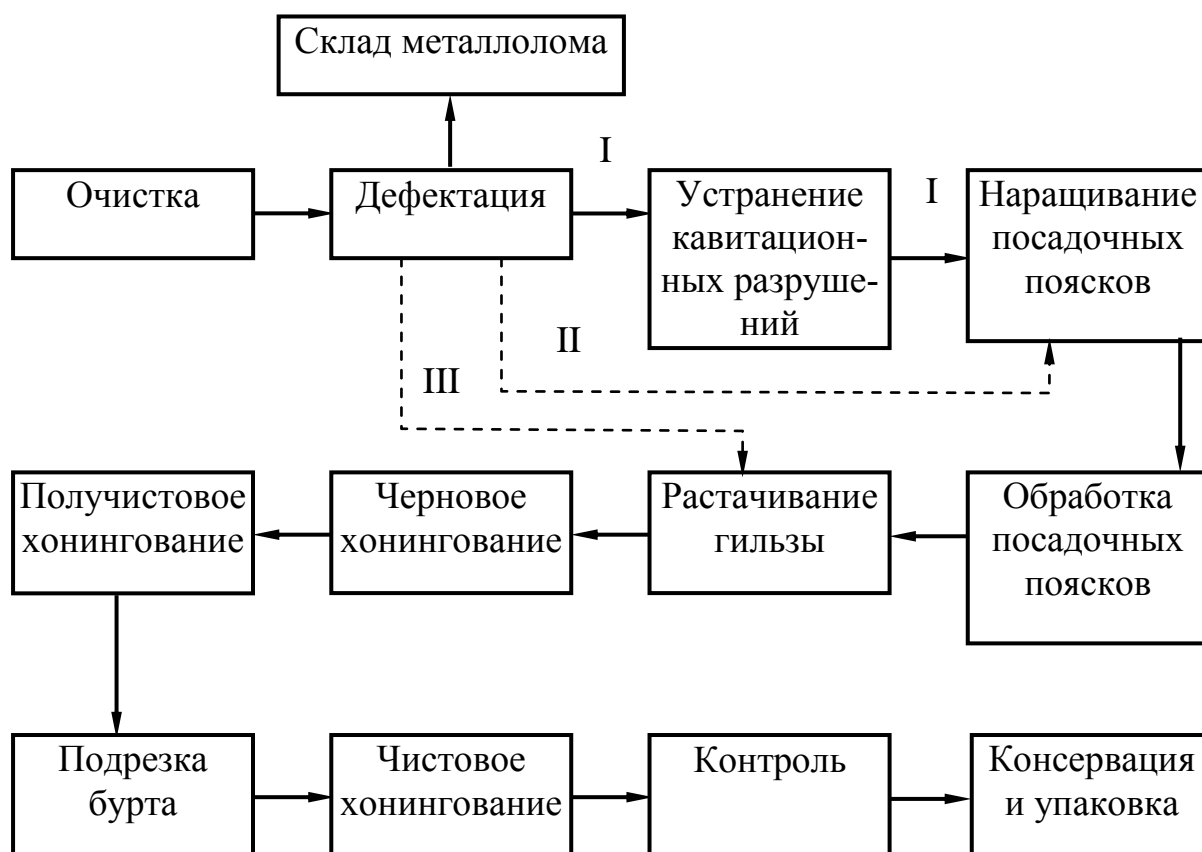


Рисунок 1 – Схема маршрутов (I...III) технологического процесса восстановления гильз цилиндров

Изношенный торец опорного бурта подрезают до выведения следов износа перед последней операцией хонингования.

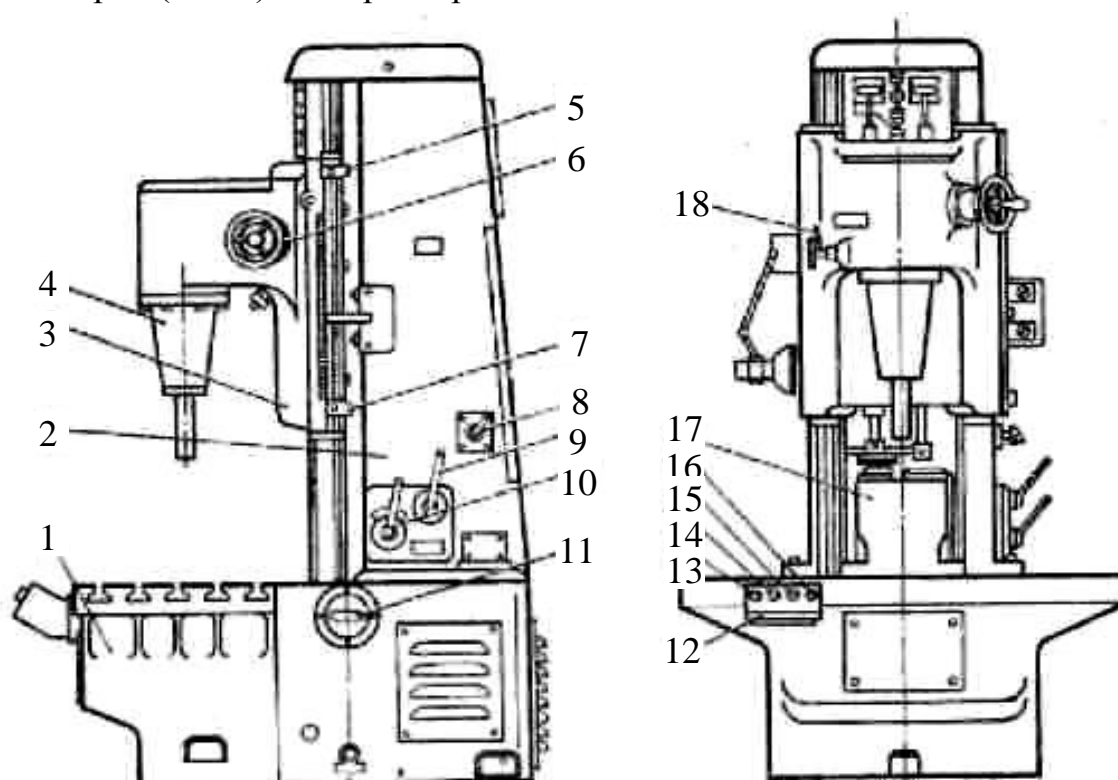
Другое перспективное направление повышения ресурса новых и восстановленных цилиндров и гильз двигателей – финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО).

1.2 Растачивание гильзы цилиндров

При расточке под ремонтный размер восстанавливают геометрическую форму и чистоту поверхности гильзы (цилиндра) двигателя.

Растачивают внутреннюю поверхность цилиндров и гильз на вертикально-расточных станках моделей 278 и 279 Н, вертикальных алмазно-расточных станках моделей 278, 278Н, 2А78Н и многошпиндельных полуавтоматах.

Станок 2А78Н (рисунок 2) предназначен для тонкого растачивания цилиндров (гильз) автотракторных двигателей.



1 – основание; 2 – колонна; 3 – шпиндельная бабка; 4 – шпиндель;
 5, 7 – кулачки выключения хода шпиндельной бабки; 6 – маховик ручного перемещения шпиндельной бабки; 8 – переключатель скоростей; 9 – рукоятка переключения величин подач; 10 – рукоятка переключения частоты вращения шпинделя; 11 – водный выключатель; 12 – пульт управления; 13, 14 – кнопки ускоренного движения шпиндельной бабки соответственно «Вверх» и «Вниз»; 15 – кнопка «Пуск»; 16 – кнопка «Стоп»; 17 – коробка скоростей и подач; 18 – рукоятка отключения шпинделя от кинематической цепи его привода

Рисунок 2 – Схема и общий вид станка 2А78Н

Станок включает в себя следующие узлы: основание 1, колонна 2, шпиндельная бабка 3, шпиндель 4, коробка скоростей и подач 17.

Основной базовой деталью, на которой устанавливаются все остальные узлы станка, является основание. Оно выполнено за одно целое со столом, имеет сверху привалочную плоскость, к которой крепятся колонна, коробка скоростей и подач. Внутри основания располагаются электродвигатели. На правой стенке расположен вводной выключатель, на передней – пульт управления.

По направляющим колонны в вертикальном направлении перемещается шпиндельная бабка. На кронштейнах передней стенки колонны установлены ходовой винт и шлицевой валик. В шпиндельной бабке расположены механизмы привода шпинделя, привода шпиндельной бабки и ручных перемещений.

С помощью кулачковой муфты возможно отключение шпинделя от кинематической цепи привода, что облегчает вращение шпинделя от руки при установке и центрировании обрабатываемых деталей.

Коробка скоростей и подач обеспечивает шпинделю шесть частот вращения, что в сочетании с двухскоростным (переключатель скоростей на рисунке 2) электродвигателем главного привода составляет 12 различных скоростей вращения шпинделя и четыре рабочие подачи.

Управление коробкой осуществляется двумя рукоятками: первая 10 предназначена для переключения частоты вращения шпинделя, вторая 9 – для переключения величины подач.

На станке установлены два трехфазных короткозамкнутых асинхронных электродвигателя: двухскоростной электродвигатель 1М главного движения типа Т42/6-2-С1 мощностью 1,7/2,3 кВт (1000/3000 об/мин, исполнение М301); электродвигатель быстрых ходов 2М типа АОЛ2-12-6-С1 мощностью 0,6 кВт (1000 об/мин, исполнения М101). Рабочее напряжение 380В в силовой цепи, 110 в цепи управления, 36 В – в цепи местного освещения.

При выходе резца из зоны резания срабатывает концевой выключатель, пускатель обесточивается, электродвигатель 1М отключается. Вращение шпинделя и рабочая подача прекращаются, включается двигатель 2Д, осуществляется возврат шпиндельной бабки в исходное положение на быстром ходу.

По достижении верхнего исходного положения срабатывает концевой выключатель, электродвигатель 2Д отключается.

В резцовую головку шпинделя (рисунок 3,а) устанавливают:

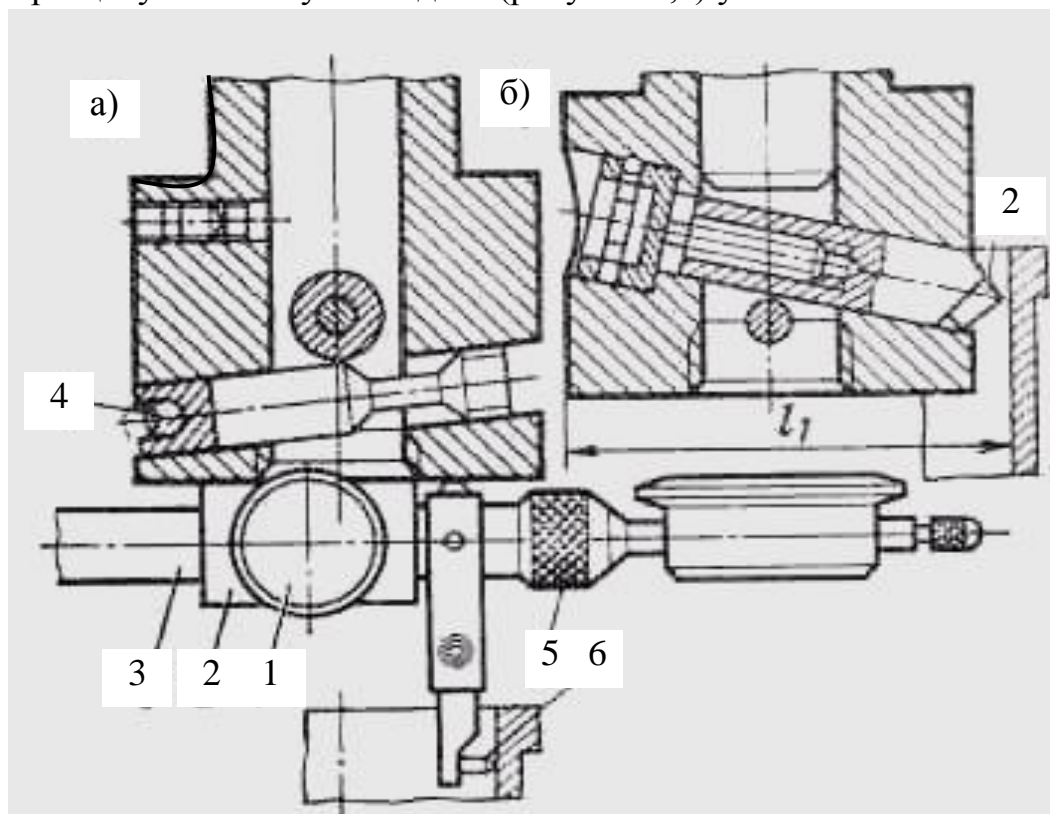


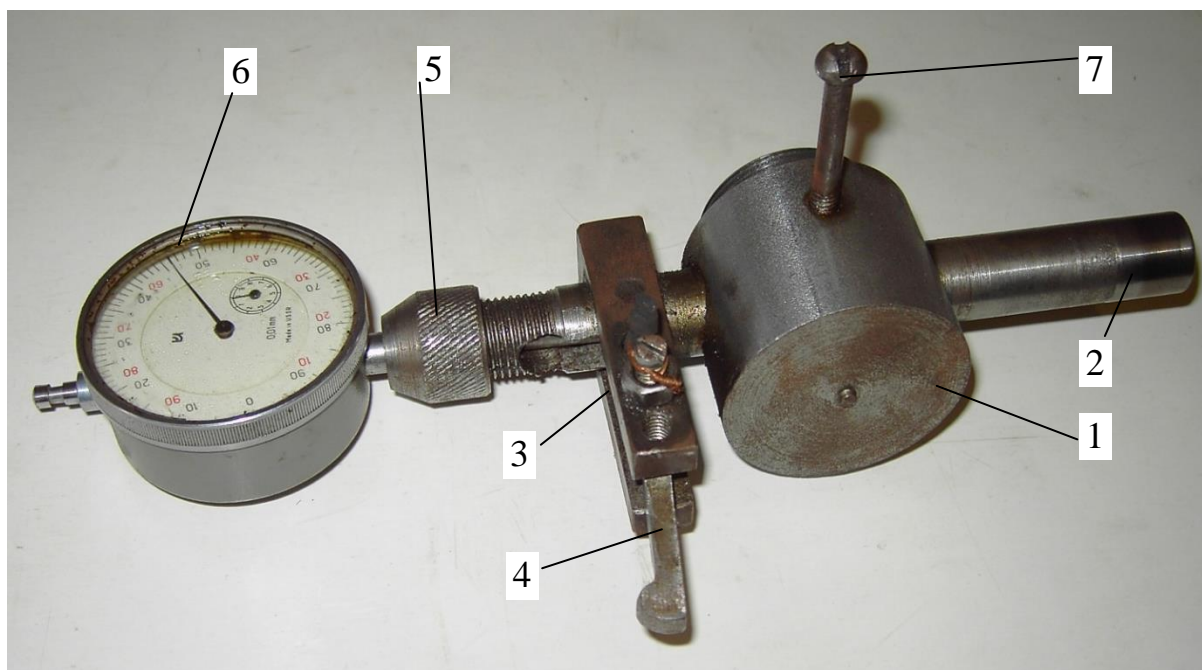
Рисунок 3 – Резцовая головка станка 2А78Н с приспособлениями для центрирования гильз (а) и установки резца (б)

- шариковую оправку 4 для грубой центровки в гладкое наклонное отверстие с двумя фиксирующими резьбовыми пробками;
- приспособление для центрирования 3 для окончательного контроля соосности шпинделя и гильзы (в торцевое резьбовое отверстие);
- резец (рисунок 3, б) в гладкое отверстие с микрометрическим винтом для установки вылета резца с фиксирующей резьбовой пробкой. Цена деления лимба микрометрического винта 0,02 мм.

Посадочной поверхностью гильза устанавливается в центрирующее кольцо приспособления. Вилка прижима в это время отведена в сторону до упора. Для крепления гильзы вилка прижима устанавливается над верхним торцом гильзы. Подача воздуха в камеру привода производится поворотом ручки крана вверх.

1.2.1 Проверка центровки гильзы и установка резца

Эксцентриситет осей шпинделя и растачиваемого отверстия не должен превышать 0,03 мм. Предварительно соосность достигается при помощи шариковой оправки 4 (см. рисунок 3, а) и окончательно приспособления для центрирования (рисунок 4). Центрирование ведется по неизношенной поверхности зеркала цилиндра на глубине 3...4 мм от верхнего торца.



1 – корпус; 2 – шток; 3 – кронштейн; 4 – язычок; 5 – гайка; 6 – индикатор;
7 – фиксирующий винт

Рисунок 4 – Приспособление для центрирования

Поскольку центрирование приспособления производится при наладке станка, то необходимо проконтролировать нормативную величину погрешности эксцентриситета оси гильзы.

Перемещение растачиваемой детали в продольном и поперечном направлениях при центрировании производится путем перемещения приспособления по плоскости стола вручную.

Оправку в шпиндель устанавливают так (см. рисунок 3, а), чтобы шаровой конец ее находился от диаметрально противоположной стороны резцовой головки на расстоянии

$$l = (d + D) / 2, \quad (1)$$

где d – диаметр резцовой головки, мм; D – диаметр цилиндра на глубине 3...4 мм от верхнего торца гильзы (или поверхности блока), мм.

После закрепления оправки и проверки величины l микрометром, шпиндель опускают на указанную глубину и, поворачивая его, центрируют гильзу.

Отцентрированное приспособление закрепляют на столе болтами и прихватами. Точность центровки проверяют при помощи приспособления (см. рисунок 4), которое устанавливается в торец резцовой головки шпинделя. Шпиндель должен быть отключен от кинематической цепи его привода при помощи рукоятки 18 (см. рисунок 2). Упор рычага подводят к зеркалу цилиндра на глубине 3...4 мм, положение рычага фиксируется винтом 7 и гайкой 5.

Шкалу индикатора устанавливают на «0» и поворотом шпинделя на один оборот определяют величину погрешности центрирования. При необходимости производят корректировку положения гильзы.

Вылет l_1 резца (см. рисунок 3, б) регулируют при помощи винта с лимбом, ввинчиваемого в торец резца.

Расстояние l_1 от вершины резца до диаметрально противоположной стороны резцовой головки рассчитывают по формуле

$$l_1 = (l + D_1) / 2, \quad (2)$$

где D_1 — диаметр гильзы, под который должно быть произведено растачивание, мм.

После установки резца на величину l_1 положение резца фиксируется стопорным винтом.

1.2.2 Режим резания при растачивании

Режим резания должен обеспечить выполнение требований чертежа (по шероховатости поверхности, точности размера, формы и расположения), наивысшую производительность и минимальную себестоимость работы (таблица 1). Овальность и конусность детали после растачивания составляют не более 0,04...0,05 мм, шероховатость поверхности $R_a = 2,5..1,25$ мкм. После растачивания оставляют припуск на хонингование.

Таблица 1 – Режимы резания при растачивании

Обрабатываемый материал	Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Материал инструмента
Чугун: НВ 170-229	0,1...0,15	0,05...0,10	100...120	ВКЗМ
НВ 229-269	0,1...0,15	0,05...0,10	80...100	ВКЗМ

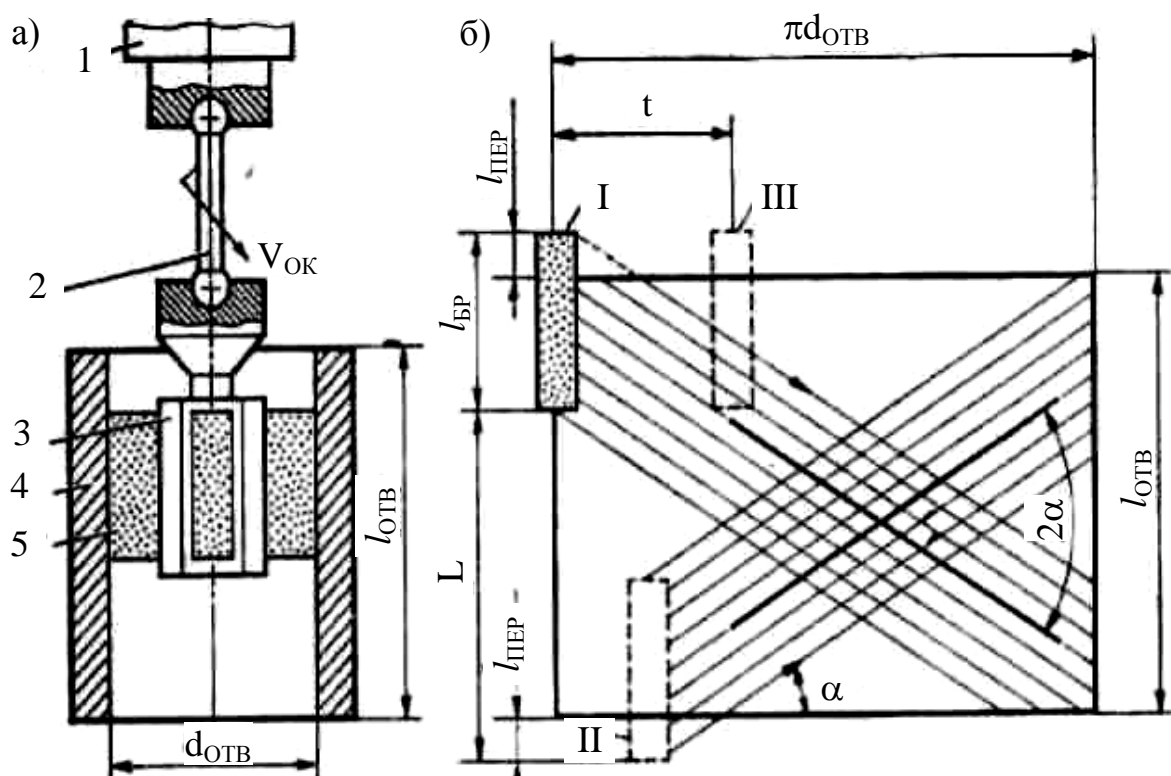
Для повышения производительности и качества процесса для растачивания гильз рекомендуют применять резцы с вставками из эльбора-Р. Растачивая гильзы при частоте вращения 725 мин^{-1} шпинделя станка, подаче 0,05 мм/об, и глубине резания 0,3 мм, можно получить овальность и конусообразность 0,01...0,03 мм, а $R_a < 0,63...0,32$ мм. Припуск на хонингование в этом случае составляет лишь 0,04...0,05 мм.

Оборудование и оснастка принимаются по данным каталогов и справочников. Нормы времени на операцию рассчитываются и принимаются по существующим нормативам.

1.3 Хонингование гильзы цилиндров

Требуемые шероховатость, точность размера и форма зеркала цилиндра могут быть достигнуты хонингованием (рисунок 5).

Хонингование позволяет успешно решать ряд технологических задач, к числу которых относится: получение высокой точности размера и формы (IT6-IT8) и малой шероховатости обрабатываемых поверхностей ($Ra \leq 0,32$ мкм).



1 – шпиндель стайка; 2 – шарнирное устройство; 3 – хонинговальная головка; 4 – гильза; 5 – хонинговальный брусок; 2α – угол скрещивания следов; α – угол подъема следа; I, II, III – последовательные положения бруска за один двойной ход

Рисунок 5 – Схема процесса хонингования (а) и развертка сетки следов обработки (б)

Хонингование гильз проводят в три операции: черновое, чистовое и окончательное. При черновом хонинговании снимают припуск и исправляют погрешности геометрической формы отверстия на растачивание. Припуск на эту операцию берут $0,06 \dots 0,1$ мм на диаметр.

При чистовом хонинговании снижают шероховатость поверхности и вновь исправляют геометрическую форму отверстия. Припуск на обработку оставляют $0,03 \dots 0,04$ мм на диаметр. Овальность и конусность отверстия после чистового хонингования должна быть не более $0,03$ мм, шеро-

ховатость поверхности соответствовать $R_a = 0,4$ мкм. При окончательном хонинговании снимают припуск $0,005 \dots 0,01$ мкм, чем снижают шероховатость до $R_a = 0,2 \dots 0,16$ мкм.

Чтобы получить качественную поверхность цилиндра необходимо сделать ее как можно более гладкой и, в тоже время, для заполнения впадин возможно большим количеством масла – максимально шероховатой. Этого достигают с помощью *плосковершинного хонингования*. Его проводят в два этапа. Вначале с помощью достаточно крупнозернистых брусков (100...120 мкм) создают основную шероховатость поверхности, при которой глубина впадин достигает 20...30 мкм. Затем мелкозернистыми брусками (16...40 мкм) заглаживают выступы, вследствие чего образуются опорные поверхности. Съем металла на финишной операции составляет 3...5 мкм, а профиль поверхности получает вид, близкий к профилю уже работавшей поверхности.

Опорная поверхность должна составлять 50...80 % всей поверхности цилиндра, а во впадинах должно удерживаться не менее $0,02 \text{ мм}^3$ масла на 1 см^2 площади поверхности. Для дизелей вследствие более тяжелых условий работы поршневых колец объем впадин может быть увеличен, например, за счет применения более грубых брусков при создании основной шероховатости.

При ремонте цилиндров следует стремиться к созданию на поверхности впадин даже более глубоких, чем могли быть на новом цилиндре. Тем самым при небольшом увеличении расхода масла отремонтированного двигателя будут улучшены условия смазки колец. Этот момент при ремонте нередко очень важен. Дело в том, что поршневые кольца, выпускаемые различными фирмами, могут иметь различные материалы, покрытия, упругость, не всегда соответствующие материалу конкретного цилиндра и условиям работы колец в данном двигателе. Тогда улучшение смазки снижает интенсивность износа колец и цилиндров при не совсем удачном сочетании материалов пары кольцо-цилиндр.

Впадины основной шероховатости должны иметь не только глубину, но определенные углы раскрытия. Угол впадины важен для маслоудержания, причем далеко не всегда более широкие впадины с большим объемом удерживают большее количество масла. При большом раскрытии угла масло «проваливается» во впадину, а при малом угле за счет сил поверхностного натяжения оно выступает над поверхностью цилиндра, обеспечивая смазку деталей.

Очень важный параметр поверхности цилиндра – угол хонингования, т. е. угол между рисками, образованными при движении головки вверх и вниз. При малом угле добиться необходимого профиля поверхности не удастся, что ведет к «сухому» трению и задиру колец и цилиндров. Большой угол обычно требует большего расхода масла. Оптимальный угол хонингования обычно составляет 60...75°.

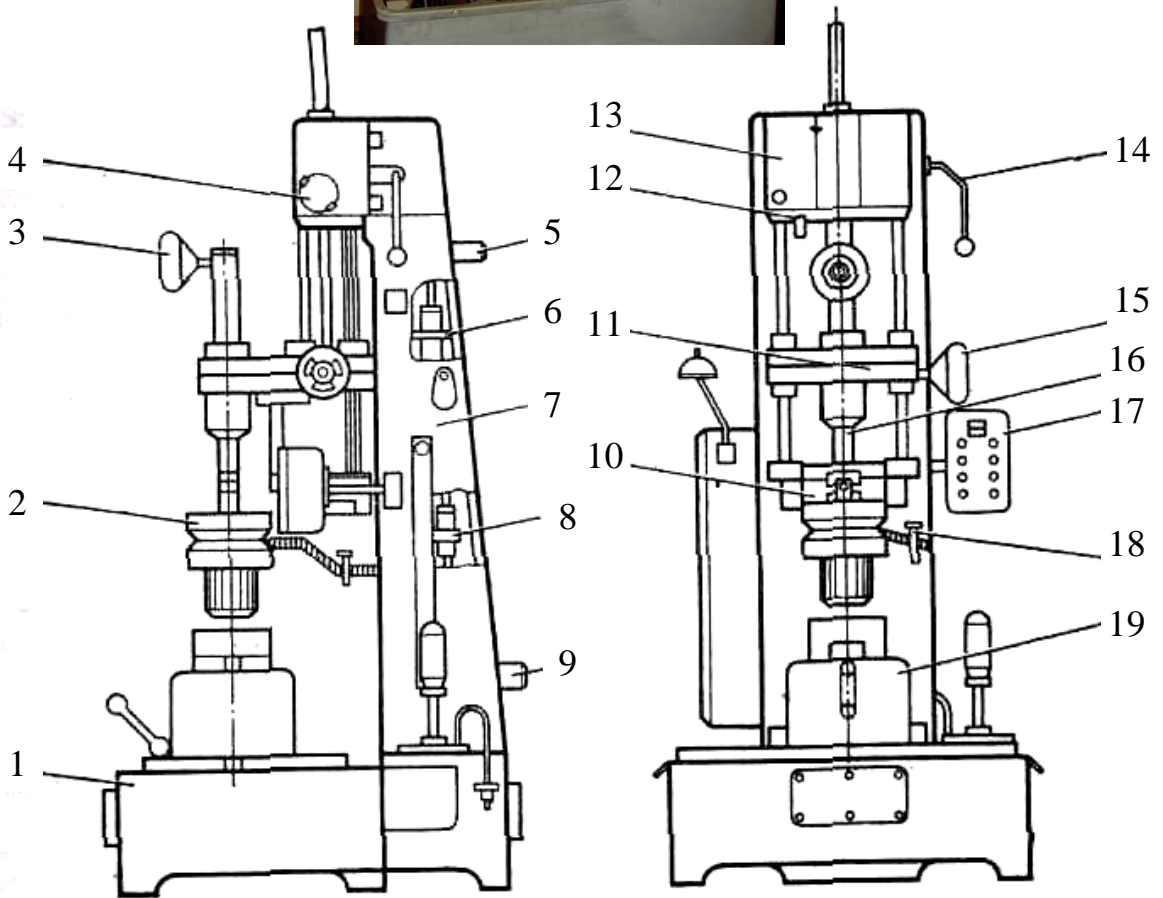
Хонингование выполняют на специальных станках ЗМЗЗ, ЗК833 (рисунок 6). Гильзу крепят в специальном приспособлении, что уменьшает ее деформацию и повышает точность обработки.

Основание станка представляет собой плиту коробчатой формы, внутренняя плоскость которой является резервуаром для охлаждающей жидкости. На основании расположены электронасос охлаждения, колонна 7 и фильтр. На верхней рабочей плоскости устанавливаются приспособления 19 для обработки гильз или блоков.

На колонне расположены: приводы вращения шпинделя и возвратно-поступательного движения хонинговальной головки, пульт управления.

Привод вращения (редуктор), состоящий из ведущего вала-шестерни с закрепленным на нем трехручьевым шкивом и ведомой шестерни, передающей вращение шлицевому валу, передает вращение на приемную шестерню ползуна через шлицевой вал.

Ползун – механизм, передающий вращение от шлицевого вала на проводок 16 хонинговальной головки.



1 – основание; 2 – шпиндель; 3 – маховик механизма разжима хона; 4 – кулачки регулировки хода ползуна; 5 – электродвигатель возвратно-поступательного движения шпинделя; 6 – привод возвратно-поступательного движения хонинговальной головки; 7 – колонна; 8 – привод вращения шпинделя; 9 – электродвигатель привода вращения шпинделя; 10 – редуктор; 11 – ползун; 12 – толкатель конечного выключателя; 13 – коробка подач; 14 – рукоятка реверса; 15 – маховик ручного ввода хона; 16 – поводок хонинговальной головки; 17 – пульт управления; 18 – кран охлаждения; 19 – приспособление для обработки гильз или блоков

Рисунок 6 – Общий вид и устройство хонинговального станка 3К833

Коробка подач 13 установлена на верхнем торце колонны, служит для преобразования вращательного движения привода в возвратно-поступательное движение и передачи его при помощи рейки на ползун. С лицевой стороны коробки расположен фрикционный электромагнитный тормоз, с правой стороны – механизм реверсирования.

Кинематическая схема станка позволяет осуществить: вращательное и осевое возвратно-поступательное движение хонинговальной головки с одновременным радиальным перемещением брусков головки; осевое перемещение невращающейся хонинговальной головки (вниз, вверх).

Станок имеет систему с ручным приводом механизма разжима.

Осевое усилие разжима брусков

$$P = P_0 l_{бр} B n \operatorname{tg}(\varphi + \theta), \quad (3)$$

где P_0 – удельное давление брусков, Н/см²; $l_{бр}$ – длина бруска, см; B – ширина бруска, см; n – число брусков; φ – угол конуса разжима, град; θ – угол трения, $\theta = 6^\circ$.

1.3.1 Режим хонингования

Основными параметрами режима резания при хонинговании являются (таблица 2, рисунок 5, б)

– *окружная скорость вращения хонинговальной головки, м/мин,*

$$V_{ОК} = \pi \cdot D \cdot n / 1000, \quad (4)$$

где D – диаметр обрабатываемого отверстия, мм; n – частота вращения хонинговальной головки, мин⁻¹;

– *скорость возвратно-поступательного движения головки, м/мин,*

$$V_{В.П} = 2L \cdot n_2 / 1000, \quad (5)$$

где n_2 – число двойных ходов хонинговальной головки в 1 мин; L – длина рабочего, хода хонинговальной головки, мм;

$$L = l_{ОТВ} + 2l_{ПЕР} - l_{БР},$$

$l_{ОТВ}$ – длина хонингуемого отверстия, мм; $l_{ПЕР}$ – перебеги бруска за пределы отверстия, мм; $l_{БР}$ – длина хонинговального бруска, мм;

– соотношение между скоростями вращательного и возвратно-поступательного движения хонинговальной головки

$$\lambda = V_{\text{ОК}} / V_{\text{В.П}} \quad (6)$$

– радиальная подача S , мкм/об, или удельное давление брусков P_0 , Н/см².

Таблица 2 – Режимы хонингования

Материал	Характер обработки	Припуск на диаметр	Абразивные бруски	Тип бруска	Размеры бруска	$V_{\text{ОК}}$, м/мин	$V_{\text{В.П}}$, м/мин	P_0 , Н/см ²	λ
Чугун	Предварительная	0,04... 0,08	64С10ПС Т2- Т27К5А	БКВ	$V=10-13 l_{\text{БР}}-100; 125; 150$	40... 80	17... 22	8... 12	3...5
	Окончательная	0,005... 0,01	64СМ20- М28ПСТ2 - Т26К5А	БКВ		30... 50	10... 15	3...5	5...8

Режим хонингования незакаленных гильз отличается от вышеприведенного. Припуск на черновом хонинговании 0,05...0,08 мм, на полуцистостом – 0,03 мм, на чистовом – 0,005 мм. Овальность и конусообразность внутренней поверхности гильз после окончательной обработки должна быть не более 0,02 мм, а $R_a < 0,32...0,16$ мкм. Операцию подрезания бурта гильзы выполняют перед чистовым хонингованием на токарном станке.

Длина хода хонинговальной головки должна быть такой, чтобы выход брусков край цилиндра был не более 1/3 их длины во избежание выкрашивания брусков и образования раструба цилиндра. При меньшем ходе наблюдается бочкообразность гильзы, а при большем – корсетность.

Производительность процесса и стойкость инструмента обеспечивают применение брусков со следующими характеристиками: для черновой обработки – А250/200-М1 Сu; чистовой – АСВ100/ 8-МС2; окончательной – АСМ28/20МСВ.

Длину брусков принимают равной половине высоты гильзы. Число брусков в хонинговальной головке должно быть таким, чтобы общая ширина их была не менее 20 % длины окружности обрабатываемой гильзы.

Хонингование ведется при обильной подаче смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ – керосин с добавлением 10...20 % масла индустриального И12- А.15) в зону резания для удаления стружки и продуктов износа с поверхности брусков и с обрабатываемой поверхности. Также, СОЖ отводит часть выделяющегося при резании тепла, оказывает смазывающее воздействие, способствует улучшению условий резания.

1.4 Проектирование операции ремонта гильзы

Операция ремонта гильзы обработкой под ремонтный размер состоит из вспомогательных переходов, связанных с установкой, центрированием, закреплением, откреплением и снятием детали, и технологического перехода – собственно механической обработки (расточивания или хонингования).

Поскольку время на вспомогательные переходы (установить, снять деталь) в нормативах объединено, то и в технологической документации эти работы записываются в один переход. Например:

1 Установить деталь, отцентрировать и закрепить (открепить, снять).

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1 Растачивание гильзы цилиндра

2.1.1 Ознакомиться с организацией рабочего места и проверить по описи его комплектность. Уяснить назначение и расположение оборудования, оснастки деталей, документов и справочной информации.

2.1.2 Изучить применяемое оборудование и оснастку: основные узлы станка, его кинематику, органы управления и порядок работы на станке, способ установки и крепления детали при обработке, паспортные данные частоты вращения и инструмента (детали), диапазон подач S , правила безопасности при работе на станке, характеристику режущего инструмента.

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ НЕ ВКЛЮЧАТЬ!

2.1.3 Ознакомиться с особенностями вида обработки: схему и сущность процесса, точность получаемых размеров, формы и величину шероховатости поверхности, область применения этого вида обработки при ремонте, параметры режима обработки и их влияние на качество.

2.1.4 Определить припуск на растачивание.

Найти максимальный размер изношенного отверстия – D_H .

Установить диаметр ближайшего ремонтного размера D_{PP} .

Рассчитать припуск на растачивание

$$a_{РАСТ} = D_{PP} - D - a_x,$$

где D_{PP} – нижнее отклонение заданного ремонтного размера отверстия гильзы, мм; a_x – припуск на хонингование, $a_x = 0,03 \dots 0,05$ мм.

Результаты измерений и расчетов записать в отчет

2.1.5 Разработать технологическую документацию (операционную карту) на расточную операцию. Подобрать оборудование, приспособления, инструмент (режущий и измерительный). Количество переходов и очередность их выполнения, а также способ и содержание контроля операции.

Назначить режим растачивания:

а) определить глубину резания t , мм (припуск снимается за один проход);

б) выбрать нормативную подачу S_T , мм/об;

в) уточнить подачу по паспорту станка S_Φ , мм/об;

г) выбрать нормативную скорость резания V_T , м/мин;

д) рассчитать частоту вращения шпинделя

$$n_p = 1000V_T / \pi D,$$

где D – диаметр растачиваемого отверстия, мм;

Найти длину рабочего хода шпиндельной бабки

$$L_{p.x.} = l + l_1 + l_2,$$

где l – длина отверстия по чертежу, мм; l_1 и l_2 – длины врезания и перебега резца соответственно, мм, $l_1+l_2 = 5\dots6$ мм.

Рассчитать машинное время, мин:

$$t_M = L_{p.x.} / (n_{\Phi} S_{\Phi}).$$

2.1.6 Установить гильзу цилиндра на столе станка приспособление без выверки, установочная база – посадочная поверхность. Закрепить гильзу в приспособлении (см. рисунок 3).

2.1.7 Наладить станок.

Установить кулачок включения верхнего конечного переключателя в положение, соответствующее длине рабочего хода ($L_{p.x.}$).

Выставить резец на установленную глубину резания.

Включить необходимую скорость электродвигателя, подачу и частоту вращения шпинделя.

Включить кулачковую муфту шпинделя (рукоятку подать вверх).

Подвести ручную резец к торцу гильзы, чтобы расстоянием между режущей гранью и кромкой отверстия было 3...5 мм.

2.1.8 Расточить гильзу цилиндра, проводя хронометраж машинного времени.

Включить вводный выключатель, нажать кнопку «Пуск», засечь время начала точения, наблюдать за работой механизмов станка.

ВНИМАНИЕ! В случаях появления характерных признаков неисправностей или опасности для здоровья работающего **НЕМЕДЛЕННО** нажать красную кнопку «СТОП».

Когда сработают концевые выключатели (шпиндельная бабка автоматически начнет подъем) – засечь время окончания точения.

Проконтролировать срабатывание концевых выключателей и остановку шпиндельной бабки в заданном положении.

Шпиндельную бабку вручную (вращая маховик по часовой стрелке) переместить вниз на 10...20 мм.

Отключить шпиндель от кинематической цепи привода (рукоятку кулачковой муфты переместить вниз); открепить гильзу. Сравнить величины машинного времени расчетного и хронометражного.

Отключить станок от электросети поворотом вводного выключателя.

2.1.9 Контрольные операции

Измерить диаметр расточенного отверстия гильзы цилиндра.

Определить шероховатость расточенной поверхности и сравнить ее с эталоном.

Определить погрешности размера и формы отверстия.

Сопоставить результаты контроля размера, формы и шероховатости с требованиями чертежа или руководства по капитальному ремонту.

2.1.10 Привести в исходное положение инструмент, деталь. Привести в порядок станок, приспособления, инструмент.

2.2 Хонингование гильзы цилиндра

2.2.1 Ознакомиться с организацией рабочего места и проверить по описи его комплектность. Уяснить назначение и расположение оборудования, оснастки деталей, документов и справочной информации.

2.2.2 Изучить применяемое оборудование и оснастку. Знать основные узлы станка, его кинематику, органы управления и порядок работы на станке, способ установки и крепления детали при обработке, паспортные данные частоты вращения инструмента и диапазон подач, правила безопасности при работе на станке, характеристику режущего инструмента.

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ НЕ ВКЛЮЧАТЬ!

Рабочий цикл осуществлять в следующей последовательности.

1. Включить станок. При этом загорится сигнальная лампа на пульте управления.

2. Вращением маховика механизма разжима хона по часовой стрелке сжать бруски.

3. Переключатель режимов поставить в положение «ВВОД ХОНА».

4. Нажать кнопку «ПОДАЧА-ПУСК» (включится электродвигатель подачи).

5. Кратковременными толчками кнопки «ТОЛЧКОВЫЙ» (ползун совершает прерывистые движения вниз) подвести хонинговальную головку к обрабатываемому отверстию на расстояние не менее 50 мм.

6. Переключатель режимов поставить в положение «Ручной».

7. Маховиком ручного ввода плавно ввести хонинговальную головку в обрабатываемое отверстие.

8. Переключатель режимов установить в положение «Ввод хона».

9. Нажать кнопку «Шпиндель-пуск» (происходит вращательное и возвратно-поступательное движение хонинговальной головки).

10. Вращением маховика против часовой стрелки разжать бруски на установленное давление (сжимается тарированная пружина, усилие сжатия контролируется по шкале). По часам (секундомеру) начать отсчет машинного времени операции. Хонинговать гильзу в размер.

11. По окончании времени хонингования нажать кнопку «ШПИНДЕЛЬ-СТОП», а затем кнопку «КОНЕЦ ЦИКЛА». Электродвигатель привода шпинделя отключается, ползун движется вверх до тех пор, пока не нажмет на толкатель концевого выключателя, ползун останавливается.

12. Для полной остановки и в случае экстренной необходимости отключения всех механизмов станка – нажать кнопку «ОБЩИЙ СТОП».

Приспособление для установки и крепления гильзы такой же конструкции, как на расточном станке.

2.2.3 Ознакомиться с особенностями вида обработки. Уяснить схему и сущность процесса хонингования, точность получаемых размеров и формы, величину шероховатости поверхности, область применения этого вида обработки при ремонте, параметры режима обработки и их влияние на качество хонингования.

2.2.4 Определить припуск на хонингование. Определить действительный размер расточенного отверстия под поршень D. Установить ре-

монтажный размер, под который следует хонинговать отверстие D_{pp} . Найти припуск на хонингование

$$a_x = D_{pp} - D,$$

где D_{pp} – нижнее отклонение ремонтного размера отверстия под поршень, мм

2.2.5 Разработать технологическую документацию – операционную карту (приложение А) на хонинговальную операцию. Подобрать оборудование, приспособления, инструмент (режущий и измерительный). Определить количество переходов и очередность их выполнения, а также способ и содержание операции контроля.

Назначить режим хонингования:

а) выбрать тип, размеры и характеристику хонинговальных брусков; длина бруска определяется по формуле

$$l_{БР} = (1/3 \dots 3/4) l_{ОТВ},$$

где $l_{ОТВ}$ – длина хонингуемого отверстия, мм;

б) выбрать по таблице режимов резания рекомендуемые скорости возвратно-поступательного $V_{вц}$ и вращательного $V_{ок}$ движений хонинговальной головки;

в) рассчитать частоту вращения шпинделя

$$n_p = 1000V_{ок} / (\pi D);$$

г) нормативную скорость возвратно-поступательного движения $V_{вп}$ и расчетную частоту вращения шпинделя n_p уточнить по паспорту станка и принять их фактические значения ($V_{впф}$, $n_{пф}$);

д) по таблице режима резания принять нормативное (соответствующее конкретным условиям) удельное давление брусков P_0 ;

ж) сделать заключение о возможности применения на станке полученного режима хонингования.

2.2.6 Установить гильзу цилиндра на столе станка в приспособление (без выверки), установочной базой служит посадочная поверхность. Закрепить гильзу в приспособлении:

а) с пневматическим приводом – ручка крана привода вверх хонингования;

б) с цанговым зажимом – повернуть гайку зажима по часовой стрелке до надежного прижатия гильзы.

2.2.7 Подготовить данные для наладки. Допустимая погрешность центровки 5 мм. Определить величину перебега брусков за пределы отверстия

$$l_{\text{ПЕР}} = 1/3 l_{\text{БР.}}$$

Из-за неправильно установленной величины перебега брусков возникает повышенная погрешность формы отверстия (конусообразность, бочкообразность, седлообразность и др.).

Рассчитать усилие пружины механизма разжима брусков

$$\varphi = 10 \dots 15^\circ; \theta = 6^\circ.$$

Рассчитать длину рабочего хода шпиндельной бабки.

Величину усилия сжатия пружины найти на шкале механизма разжима.

Отыскать кулачки управления реверсом шпиндельной бабки (на вращающемся лимбе) и определить их нужное положение.

Запомнить расположение и назначение включателей и кнопок управления работой станка.

2.2.8 Определить машинное время хонингования.

$$t_M = n_1 / n_2$$

где n_1 – число двойных ходов, необходимое для снятия припуска

$$n_1 = a_X / b$$

где a_X – припуск на хонингование, на сторону, мм; b – слой металла, снимаемый за один двойной ход, мм (для чугуна $b = 0,002$ мм); n_2 – число двойных ходов шпиндельной бабки в 1 мин,

$$n_2 = 1000 V_{\text{В,П,Ф}} / (2L).$$

2.2.9 Произвести наладку станка.

НАЛАДКУ ПРОИЗВОДИТЬ С РАЗРЕШЕНИЯ И В ПРИСУТСТВИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ (УЧЕБНОГО МАСТЕРА).

Установить и закрепить бруски в колодках хонинговальной головки.

Присоединить головку к шпинделю станка, с помощью винта застопорить предохранительное кольцо.

Сжать бруски (маховик механизма разжима вращать по часовой стрелке).

Проверить надежность присоединения шпинделя (плотность затяжки гайки с дифференцированной резьбой).

Установить в соответствующее положение кулачки управления реверсом шпиндельной бабки.

Установить частоту вращения и скорость возвратно-поступательного движения.

Отрегулировать положение датчика конечного выключателя шпиндельной бабки (в верхнем крайнем положении бабки).

Проверить наличие смазки и СОЖ.

2.2.10 Хонинговать гильзу цилиндра.

Обеспечить безопасность окружающих и работающего.

Подготовиться к хронометражу машинного времени.

С разрешения преподавателя:

а) включить вводной выключатель (станок подключится к электросети);

б) выполнить рабочий цикл в соответствии с пунктом 2.2.2.

ВНИМАНИЕ! При возникновении неисправности или опасности немедленно нажать кнопку «ОБЩИЙ СТОП».

в) снять гильзу со станка.

2.2.11 Контроль операции.

Измерить диаметр обработанного отверстия гильзы (приложение Б).

Определить шероховатость поверхности отверстия (сравнением с эталоном) и величину погрешностей размера и формы ($\Delta_{\text{размера}}$; $\Delta_{\text{ов}}$; $\Delta_{\text{кон}}$).

Результаты контроля размера, формы и шероховатости сопоставить с требованиями Ремонтного чертежа.

2.2.12 Привести в исходное положение инструмент. Привести в порядок станок, приспособления, инструмент.

3 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1 Технологический процесс восстановления гильз цилиндров методом ремонтных размеров

2 Устройство и принцип работы применяемого оборудование

3 Определение режимов растачивания и хонингования.

4 Операционные карты растачивания и хонингования.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Каковы условия работы гильзы цилиндров, вид и характер возможных дефектов?

2 Какие способы применяются при ремонте гильзы цилиндров?

3 Из каких операций состоит технологический процесс ремонта методом ремонтных размеров?

4 В какой последовательности назначается режим резания при растачивании?

5 В чем сущность процесса хонингования как вида обработки ?

6 Как избежать искажения формы хонингуемого отверстия

7 Что такое плосковершинное хонингование?

8 Как назначается режим резания при хонинговании ?

9 Какова технология контроля хонингованной гильзы цилиндров ?

10 Какой инструмент применяется при хонинговании

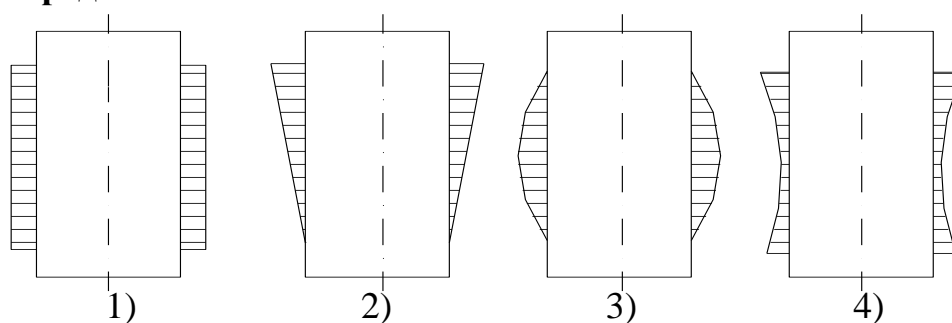
11 Каковы способы и средства контроля качества ремонта гильзы цилиндров?

5 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1 По методу групповой взаимозаменяемости осуществляется комплектование деталей соединения

- 1) гильза цилиндров – поршень
- 2) валик водяного насоса – шарикоподшипник
- 3) тарелка клапана – седло клапана двигателя
- 4) шейка коленчатого вала – вкладыш подшипника

2 Эпюра износа гильзы цилиндра по высоте в процессе эксплуатации представлена на схеме



3 Износ внутренней поверхности гильзы цилиндра двигателя определяют с помощью

- 1) микрометра
- 2) штангенциркуля
- 3) индикаторного нутромера
- 4) штангенрейсмаса

4 Основным дефектом гильз цилиндров тракторных двигателей являются

- 1) кавитационные разрушения
- 2) трещины
- 3) износ внутренней рабочей поверхности
- 4) износ резьбовых отверстий

5 При хонинговании гильзы цилиндров двигателя ее внутренняя поверхность будет иметь прямолинейную форму при перебеге брусков (длиной l) хонинговальной головки, равном

- | | |
|------------|------------|
| 1) $2/3 l$ | 3) $1/3 l$ |
| 2) $1/2 l$ | 4) $10 l$ |

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица – Размерные группы гильз цилиндров

Марка двигателя	Обозначение размерной группы	Ремонтные размеры, мм	
		внутренний диаметр гильзы цилиндров	овальность и конусность внутренней поверхности
ЯМЗ-240БМ	А	130 ^{+0,02}	Не более 0,03
ЯМЗ-240Б	Б	130 ^{+0,04} _{+0,02}	
ЯМЗ-238НБ	В	130 ^{+0,06} _{+0,04}	
СМД-60 СМД-62, 64, 66 72	Б	130 ^{+0,04} _{+0,02}	
	М	130 ^{+0,02}	
Д-108 Д-160	Б	145 ^{+0,08} _{+0,06}	
	С2	145 ^{+0,06} _{+0,04}	
	С1	145 ^{+0,04} _{+0,02}	
	М	145 ^{+0,02}	
СМД-14Г СМД-14АН СМД-14БН СМД-15БН	Б	120 ^{+0,06} _{+0,04}	
	С	120 ^{+0,04} _{+0,02}	
	М	120 ^{+0,02}	
СМД-17Н СМД-18Н	Б	120 ^{+0,06} _{+0,04}	
	С	120 ^{+0,04} _{+0,02}	
	М	120 ^{+0,02}	
Д-144 Д-37 Д-21А1	Б	105 ^{+0,06} _{+0,04}	
	С	105 ^{+0,04} _{+0,02}	
	М	105 ^{+0,02}	
ЯМЗ-8423	Гильзы и поршни на размерные группы не разбиваются	140 ^{+0,024}	Не более 0,03
А-01М А-41		130 ^{+0,03}	
Д-240 Д-50 Д-240Л, 241 241Л, 242 242Л	Б	110 ^{+0,06} _{+0,04}	
	С	110 ^{+0,04} _{+0,02}	
	М	110 ^{+0,02}	

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ С.-Х. ТЕХНИКИ НАПЛАВКОЙ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА

Цель работы. Изучить сущность процесса наплавки под слоем флюса, оборудование и материалы, применяемые при наплавке, технологические приемы восстановления деталей машин наплавкой под слоем флюса.

Оборудование. Установка для наплавки под слоем флюса; детали, подлежащие восстановлению; набор наплавочных материалов; штангенциркуль.

1 Краткие теоретические сведения

Наплавка предусматривает нанесение расплавленного металла на оплавленную металлическую поверхность с последующей его кристаллизацией для создания слоя с заданными свойствами и параметрами. Наплавку применяют для восстановления изношенных деталей, причем не только для компенсации утраченных геометрических размеров, но и с целью получения поверхностных слоев, обладающих повышенной твердостью, износостойкостью, жаропрочностью, кислотостойкостью или другими свойствами, что позволяет значительно увеличить послеремонтный ресурс деталей.

При наплавке поверхностных слоев с заданными свойствами, как правило, химический состав наплавленного металла существенно отличается от химического состава основного металла. При наплавке должны выполняться ряд технологических требований.

– минимальное разбавление наплавленного слоя основным металлом, расплавляемым при наложении валиков;

– обеспечение минимальной зоны термического влияния и минимальных напряжений и деформации.

Получение в процессе наплавки наплавленного слоя с минимальным проплавлением основного металла уменьшает долю основного металла в

формировании наплавленного слоя. Уменьшить глубину проплавления можно регулированием параметров режима – погонной энергии, увеличением вылета электрода; применением широкой электродной ленты и другими технологическими приемами.

Наплавка под флюсом – одна из основных видов механизированной наплавки. Этот вид наплавки, по сути, является развитием ручной наплавки электродами с толстыми качественными покрытиями. Наплавка под слоем флюса разработана коллективом под руководством акад. Е.О. Патона в 1938-39 г.г.

Процесс наплавки под флюсом заключается в следующем (рисунок 1).

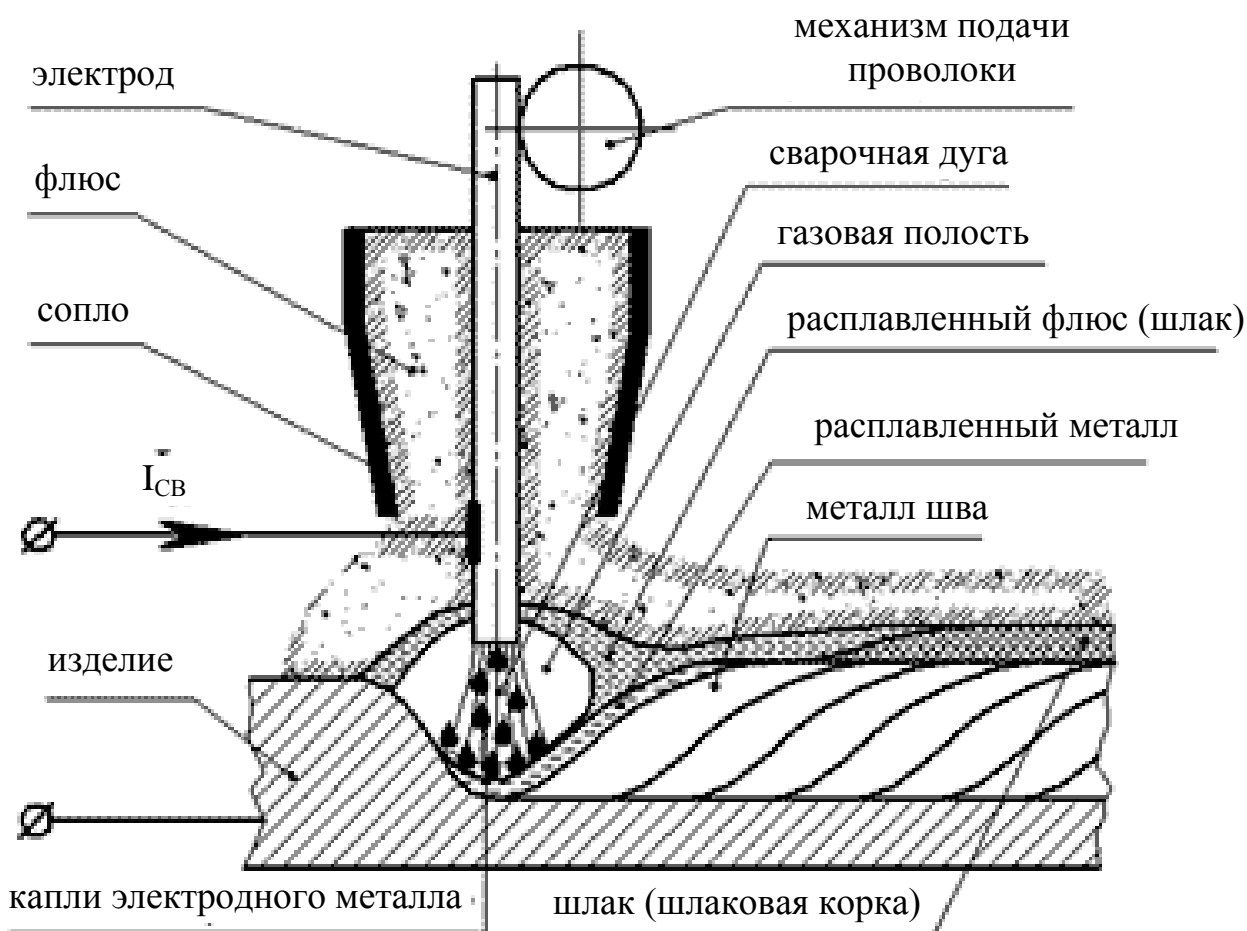


Рисунок 1 – Схема наплавки под флюсом

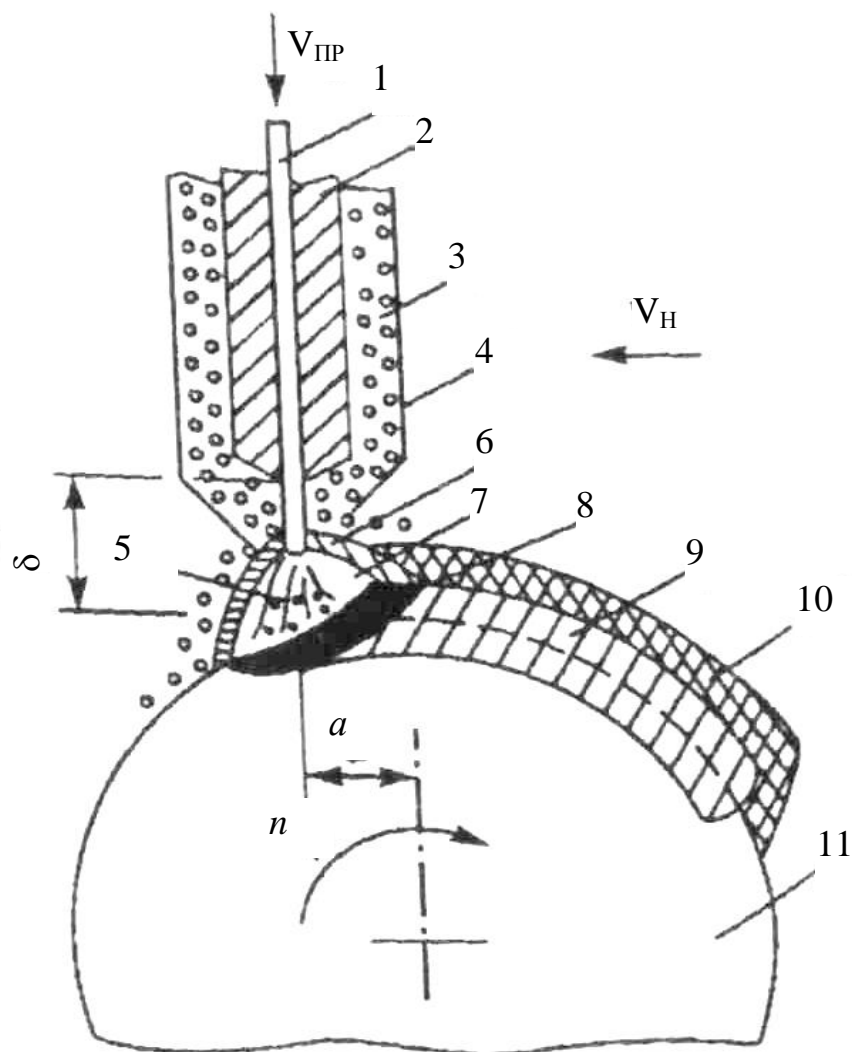
Электрическая дуга горит под слоем толщиной 10...40 мм сухого гранулированного порошка с размерами зерен 0,5...3,5 мм, называемым сварочным флюсом. В зону наплавки подают электродную сплошную или по-

рошковую проволоку (ленту) и флюс. Флюс в зону наплавки поступает из бункера. Открытием шибера регулируется расход флюса и толщина его слоя на поверхности детали. Для предотвращения ссыпания флюса с поверхности детали применяют флюсоудерживающие устройства – конические наконечники, регулируемые по высоте. К детали и электроду подают электрический ток. При наплавке под слоем флюса чаще всего используют обратную полярность: через мундштук плюс от источника тока подводится к проволоке, а минус – через станину и токосъемник – к детали.

Под действием тепла дуги расплавляются электродная проволока и основной металл, а также часть флюса. В зоне наплавки образуется газовая полость, заполненная парами металла, флюса и газами (давление в ней несколько выше атмосферного, за счет этого образуется свод из расплавленного флюса и воздух не попадает к сварочной ванне), ограниченная в верхней части оболочкой расплавленного флюса. Расплавленный флюс, окружая газовую полость, защищает дугу и расплавленный металл в зоне сварки от вредного воздействия окружающей среды, осуществляет металлургическую обработку металла в сварочной ванне. По мере удаления сварочной дуги расплавленный флюс, прореагировавший с расплавленным металлом, затвердевает, образуя на шве шлаковую корку. После прекращения процесса наплавки и охлаждения металла шлаковая корка легко отделяется от металла шва. Не израсходованная часть флюса специальным пневматическим устройством собирается во флюсоаппарат и может быть использована в дальнейшем. Жидкий металл в сварочной ванне постоянно движется и перемешивается. Металл сварочного шва, полученного под флюсом состоит из расплавленного присадочного (1/3) и переплавленного основного металла (2/3).

При наплавке цилиндрических поверхностей электрод смещают с зенита сторону, противоположную вращению. Величина смещения электрода с зенита (a) навстречу вращению подбирается практически в процессе наплавки так, чтобы не происходило ссыпания флюса, вытекания шлака

вперед и стекания назад, обычно она составляет порядка 10 % от диаметра наплавляемой детали (рисунок 2). Электрод должен составлять угол с нормалью к поверхности $6...8^\circ$.



1 – электрод; 2 – мундштук; 3 – флюс; 4 – флюсопровод; 5 – электрическая дуга; 6 – расплавленный флюс; 7 – газовая оболочка; 8 – расплавленный металл; 9 – наплавленный металл; 10 – шлаковая корка; 11 – деталь; δ – вылет электрода; a – смещение электрода от зенита; n – частота вращения детали

Рисунок 2 – Схема наплавки под слоем флюса цилиндрических деталей

Вылет электрода (δ) колеблется в пределах 25...40 мм. Чрезмерно большой вылет приводит к образованию извилистых валиков.

Выбор напряжения (U_d) и силы тока ($I_{св}$) диктуется требованиями, предъявляемыми к хорошему формированию наплавляемого валика. Как

правило, напряжение колеблется в пределах 25...40 В и зависит от величины тока. Рекомендуются определенные соотношения между $I_{св}$ и U_d (рисунк 3). При этом увеличение напряжения позволяет получать более широкие валики с плавными переходами у границы сплавления, хотя превышение напряжения выше оптимального создает трудности в обеспечении необходимого провара

Например, при диаметре детали 300 мм – сила тока 220...380 А, при диаметре детали 400 мм – сила тока 250...420 А, при диаметре детали 600 мм – сила тока 350...580 А. Наплавка цилиндрических деталей диаметром 90...200 мм затруднительна из-за стекания металла и требует особо тщательного подбора режимов. При диаметрах наплавляемой поверхности более 500...600 мм эти ограничения становятся несущественными. При диаметрах детали менее 50 мм даже при всех применяемых ограничениях режима ($I_{св} = 100$ А; $d_{э} = 1,2$ мм; $U_d \approx 24$ В; смещение электрода с зенита навстречу вращению) получить удовлетворительное формирование валиков практически не удастся.

Хотя флюс при электродуговой наплавке является вспомогательным материалом, он вместе с выбором материала проволоки и режимов наплавки играет важную роль в обеспечении необходимых свойств получаемого покрытия. Флюсы применяют как в виде сухих зерен, так и в виде пасты из зерен со связующим. Расплавленный флюс должен быть жидкотекучим, но не должен кипеть при рабочей температуре наплавки.

Флюс при наплавке покрытий осуществляет следующие функции: обеспечивает устойчивое горение дуги; защиту расплавленного металла от воздействия кислорода и азота воздуха; очистку расплавленного металла от включений и его раскисление; легирование необходимыми элементами материала покрытия; образование в дальнейшем теплоизоляционного слоя из флюса и его корки, что замедляет процесс затвердевания металла. Элементы флюса выполняют свои функции после расплавления, сгорания или разложения.

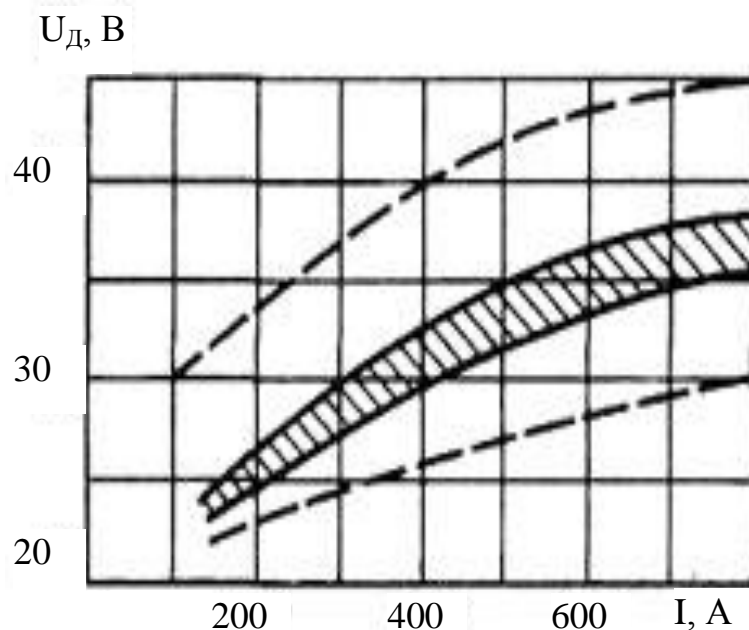


Рисунок 3 – Напряжение дуги в зависимости от силы сварочного тока при наплавке под флюсом (заштрихован оптимальный диапазон)

Рекомендации по выбору этих параметров режима для автоматической наплавки под флюсом приведены на рисунке 4. Силу тока выбирают в основном в зависимости от диаметра наплавляемой детали.

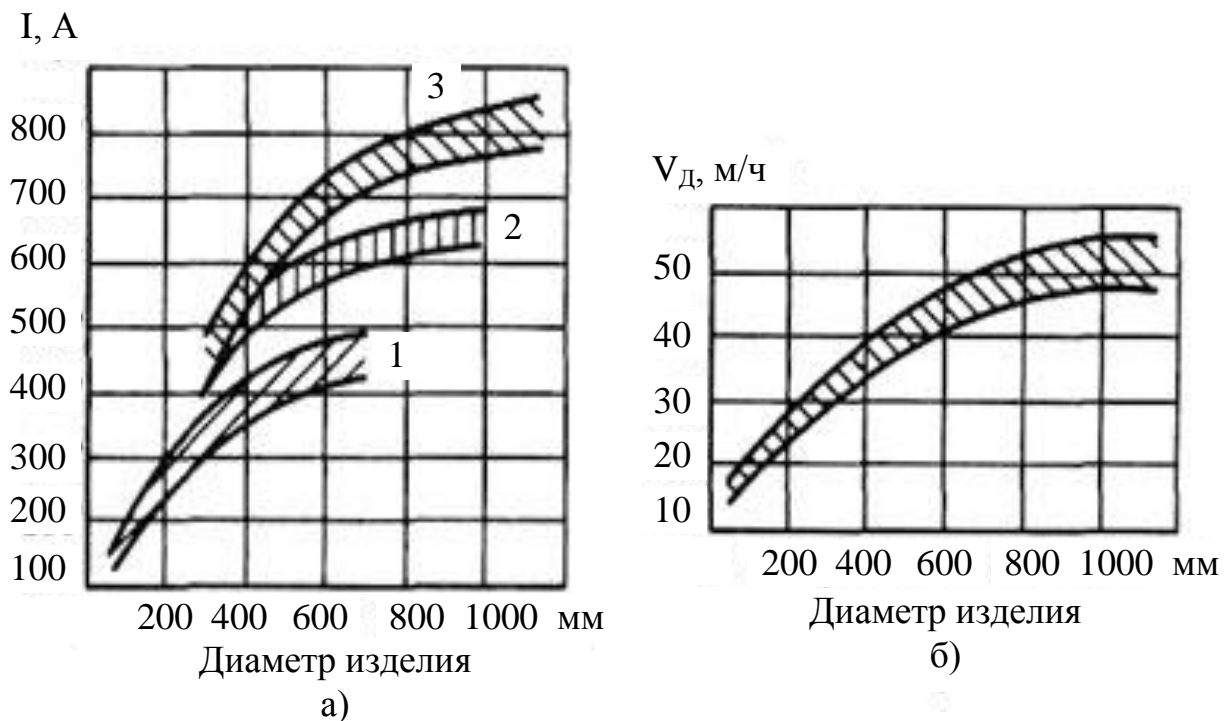


Рисунок 4 – Оптимальные диапазоны силы сварочного тока I (а) и скорости наплавки V_H (б) при наплавке под флюсом тел вращения по винтовой линии в зависимости от диаметра наплавляемого изделия: 1 – одним электродом $\varnothing 3...3,5$ мм; 2 – то же, $\varnothing 4...5$ мм; 3 – тремя электродами $\varnothing 3...3,5$ мм

Для выполнения этих функций в состав флюса вводят добавки: стабилизирующие процесс горения дуги (сода, поташ, диоксид титана, мел, мрамор и др.); газообразующие из органических соединений (крахмал, мука пищевая или древесная, декстрин) для создания среды, защищающей расплавленный металл от вредного влияния атмосферы; шлакообразующие и раскисляющие (титановый концентрат, марганцевая руда, полевой и плавленый шпаты, кварц, гранит, мрамор, каолин и др.), которые очищают расплавленный металл; легирующие (ферромарганец, ферросилиций, ферротитан, алюминий и др.); связующие добавки (жидкое стекло, декстрин).

В результате использования при наплавке флюса создаются благоприятные условия для выхода газов из шва; более полного протекания диффузионных процессов; формирования равновесных структур и достижения высокого термического КПД наплавки; получения однородного наплавленного металла с гладкой поверхностью и плавным переходом от валика к валику; применения токов большей плотности, чем при ручной наплавке покрытыми электродами; исключения разбрызгивания и уменьшения угара металла; снижения потерь тепла сварочной дуги на излучение и нагрев потоков окружающего воздуха; улучшения условий труда.

По способу приготовления флюсы делятся на: плавленые, неплавленые (керамические) и флюсосмеси.

Плавленые флюсы получают сплавлением силикатов в печах и размельчением, они имеют стеклообразный вид и представляют собой механическую смесь газо- и шлакообразующих, связывающих и раскисляющих компонентов. Эти флюсы сами не участвуют в формировании химического состава расплавленного металла, а только предохраняют его от воздуха (аналогично обмазке электрода). Наиболее распространен и дает хорошие результаты флюс АН-348А. Однако, при использовании обычной сварочной проволоки типа Св-08, Св-10 получается малоуглеродистый слой наплавленного металла, имеющий низкую прочность и износостойкость.

Керамические флюсы (АНК – 18, АНК-40, ЖСН-5) за счет имеющихся в них добавок ферросплавов, позволяют легировать наплавленный металл хромом, титаном, алюминием и другими элементами, что позволяет получить более высокие служебные свойства наплавленных покрытий. Хотя эти флюсы дают очень высокое качество наплавки, но они относительно дорогие.

Флюосмеси состоят из плавящихся флюсов с добавкой чугушной стружки, графита, ферросплавов. Например, для повышения износостойкости в флюс АН-348А вводят 10 % графита или феррохрома. Во избежание неравномерности распределения легирующих компонентов в наплавленном металле рекомендуется готовить флюс-агломерат, состоящий из 75...80 % ферросплава и 20...25 % жидкого стекла. В таблице 1 приведено назначение марок флюсов и проволок.

Таблица 1 – Флюсы и проволока для автоматической наплавки

Марка флюса	Назначение флюса	Рекомендуемые марки проволоки
АН-348А, АН-348В, АНЦ-1	Сварка и наплавка изделий широкой номенклатуры из углеродистых и низколегированных сталей	Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-10Г2
АН-60	Сварка углеродистых и низколегированных сталей	Св-08, Св-08ГА; Св-08ХМ, Св-10НМА
АН-22	Сварка низко- и среднелегированных сталей	Св-08ГА, Св-08ХМ, Св-08ХМФ, Св-08ХГНМГА
АНК-30	Сварка углеродистых и низколегированных сталей, в т.ч. хладостойких мелкозернистых повышенной прочности	Св-08, Св-08ГА, Св-08ХМ, Св-08ХМФ, Св-08ХГНМГА

Наибольшее распространение при наплавке находят флюсы АН-348А и ОСЦ-45. Флюс АН-30 применяют в сочетании с легированной проволокой, содержащей не менее 0,5% Si, для наплавки высоколегированной поверхности металла.

Наплавку углеродистых и низколегированных сталей выполняют под плавными флюсами ОСЦ-45, АН-348-А. Флюс АН-60 пригоден для одно- и многоэлектродной наплавке низкоуглеродистых и низколегированных сталей на нормальных и повышенных скоростях, а также для наплавки электродными лентами.

Наплавку легированных сталей производят под низкокремнистыми плавными флюсами АН-22, АН-26 и др., а высоколегированные хромоникелевые стали и стали других типов с легкоокисляющимися элементами (титан, алюминий) – под фторидными флюсами АНФ-1 и АНФ-5. Толщина слоя флюса зависит от силы сварочного тока (таблица 2).

Таблица 2 – Толщина слоя флюса

Сварочный ток, А	200...400	400...800	800...1200
Толщина слоя флюса, мм	25...35	35...45	4...60

Преимущественное применение находит наплавка проволокой (проволочным электродом). Наплавка проволоками СВ-80А, Нп-30, Нп-40, Нп-60, Нп-30ХГСА под слоем плавных флюсов (АН-348А, ОСЦ-45) обеспечивает твердость 187...300 НВ. Использование керамических флюсов (АНК-18, АНК-30, ЖСН-1) с указанными проволоками позволяет повысить твердость до 40...55 НРС.

Для получения при восстановлении деталей слоев с повышенными физико-механическими свойствами при наплавке под флюсом используются наплавочные проволоки, которые подразделяются на 3 группы ([ГОСТ 10543-82](#)): из углеродистой стали типа Нп-30, Нп-40, Нп-80; из легированной стали Нп-30Х5, Нп-30ГСА, Нп-40ХФА; из высоколегированной стали, например, Нп-4Х13, Нп-45Х4В3Ф, Нп-45Х2В8Т (таблица 3). Термически обработанные детали наплавляют углеродистой проволокой II класса по ГОСТ 9389–88. Для увеличения производительности наплавки применяют многоэлектродную наплавку или наплавку ленточным электродом (сплошные или

порошковые ленты толщиной 0,3...1 мм и шириной 20...100 мм). В первом случае подаются через специальный мундштук или двумя полуавтоматами две проволоки. Ленточным электродом можно наплавлять слой металла шириной до 100 мм. Для предупреждения образования шлаковых включений и непроваров в наплавленном слое при многослойной наплавке необходимо тщательно удалять шлаковую корку с предыдущих слоев.

Таблица 3 – Технические характеристики наплавочной проволоки

Группа стали проволоки	Марка проволоки	Твердость наплавленного металла	Примерная номенклатура восстанавливаемых деталей
Углеродистая	Нп-30	НВ 160-220	Оси, валы
	Нп-45	НВ 170-230	Оси, валы
	Нп-50	НВ 180-240	Опорные ролики
	Нп-85	НВ 280-350	Коленчатые валы, крестовины карданов
Легированная	Нп-40Г	НВ 180-240	Оси, валы, ролики
	Нп-50Г	НВ 200-270	Опорные ролики
	Нп-65Г	НВ 230-310	Оси опорных роликов
	Нп-40ХЗГ2МФ	HRC 10-44	Детали, испытывающие удары и работающие в условиях абразивного изнашивания
Высоколегированная	Нп-50ХФА	HRC 46-52	Коленчатые валы двигателей внутреннего сгорания, шлицевые валы
	Нп-30Х13	HRC 40-47	Шейки коленчатых валов, плунжеры гидрорессов.
	Нп-Х20Н80Т	НВ 180-220	Выхлопные клапаны двигателей внутреннего сгорания

Получение наплавленного слоя, обладающего определенными свойствами, возможно благодаря легированию, которое в процессе наплавки под флюсом может быть реализовано применением следующих способов:

- используют легированные сварочные проволоки, специальные наплавочные проволоки и легированные ленты, в том числе спеченные. Наплавка производится под обычными плавленными флюсами АН-20, АН-26, которые выбирают в зависимости от состава электродного металла;

- наплавку ведут порошковой проволокой или порошковой лентой в сочетании с плавленными флюсами. Порошковая проволока или лента расплавляется в дуге и образует однородный жидкий расплав. Способ позволяет получить наплавленный металл с общим содержанием легирующих примесей до 40...50 %. Марка порошковой проволоки или ленты выбирается в зависимости от необходимого типа наплавленного металла и его требуемой твердости;

- комбинацией обычной низкоуглеродистой проволоки или ленты и легирующих неплавленных флюсов (керамических). Этот способ позволяет ввести в наплавленный металл до 3...5 % легирующих примесей. При наплавке наибольшее применение получили керамические флюсы АНК-18 и АНК-19, обеспечивающие хорошее формирование наплавленного металла, легкую отделимость шлаковой корки, высокую стойкость наплавленного металла против образования пор и трещин;

- применением обычной низкоуглеродистой проволоки или ленты и обычных плавленых флюсов с предварительной укладкой легирующих материалов на поверхность наплавляемого изделия – дополнительного присадочного материала. Здесь возможна предварительная засыпка или дозированная подача легирующих порошков, а также предварительная укладка прутков или полосок легированной стали, намазывание специальных паст на место наплавки и др. Во всех случаях нанесенный легирующий материал расплавляется дугой и переходит в наплавленный металл.

Для автоматической наплавки под слоем флюса применяют установки: А-384; А-409; А-580; сварочные тракторы: УТ-1250-3, Т-26, ТС-17МУ. АДС-1000, АДС-500; полуавтоматы ПШ-5-1, ПШ-54, ПДШМ-500 (приложение А).

Общий вид установки для автоматической наплавки под слоем флюса представлен на рисунке 5. Наплавляемую деталь закрепляют в патроне или центрах станка. Окружную скорость вращения детали подбирают в пределах 12...40 м/ч. На суппорте устанавливают одну из наплавочных головок типа ПШ-5, ПШ-54, ПДШМ-500 или наплавочные аппараты А-384, А-409, А-580, состоящие из механизма подачи проволоки, мундштука и бункера для флюса. С помощью суппорта обеспечивают продольную подачу, которая должна быть 4...15 мм/об. В качестве электрода используют голую сварочную проволоку диаметром от 1 до 6 мм. Подачу проволоки (100...300 м/ч) регулируют с помощью специального устройства.



Рисунок 5 – Общий вид установки для наплавки деталей под слоем флюса

Полуавтоматическая и автоматическая наплавка под слоем флюса по сравнению с ручной электродуговой наплавкой имеет ряд преимуществ.

Благодаря защитному слою флюса плотность тока достигает 150...200 А/мм², т. е. в 5-7 раз выше по сравнению с ручной наплавкой. Скорость наплавки увеличивается в несколько раз благодаря концентрированному нагреву основного металла. Коэффициент наплавки возрастает в 1,5-2 раза, т. к. флюс и расплавленный шлак снижают потери тепла и металла на разбрызгивание и угар (не превышают 2...4 % от массы расплавленной проволоки), что дает возможность резко повысить производительность труда. Коэффициент наплавки в 1,5...2 раза выше, чем при ручной электродуговой сварке, шов получается однородный и плотный, сохраняются легирующие добавки. Флюс может быть использован 2-3 раза. Качество наплавки не зависит от индивидуальных навыков сварщика.

Достоинства наплавки под флюсом: повышении производительности процесса; высокое качество наплавляемой поверхности в результате хорошей защиты флюсом сварочной ванны; незначительное количество неметаллических включений в металле шва; возможность легирования наплавляемого металла через флюс; лучшее использование тепла дуги (по сравнению с ручной сваркой расход электроэнергии уменьшается на 30...40 %); улучшение условий труда сварщика за счет отсутствия мощного светового потока и снижения выделения вредных газов.

Недостатки: значительный нагрев изделия и возникновение термических деформаций; повышенную текучесть расплавленных металла и флюса, что позволяет вести сварку только в нижнем положении и наплавлять детали диаметром не менее 50 мм; необходимость в отдельных случаях повторной термической обработки; невозможность непосредственного наблюдения за формированием сварочного шва.

1.1 Выбор режимов наплавки

Качество наплавленного слоя, форма шва во многом определяется рациональным выбором режимов наплавки.

Сила сварочного тока, А

$$I_{CB} = \frac{\pi \cdot d_{ПР}^2 \cdot a}{4} ; \quad I_{CB} = 40\sqrt{D} , \quad (1)$$

где $d_{ПР}$ – диаметр электродной проволоки, мм;

a – плотность тока в электродной проволоке, А/мм². При наплавке для снижения глубины проплавления принимается $a \leq 30 \dots 40$ А/мм²;

D – диаметр детали, мм.

Диаметр электродной проволоки желательно выбирать таким, чтобы он обеспечил максимальную производительность наплавки при требуемой глубине проплавления.

Рекомендации по выбору силы сварочного тока в зависимости от диаметра восстанавливаемой детали приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Зависимость силы тока от диаметра детали

Диаметр детали, мм	Сила тока I_{CB} , А при диаметре электродной проволоки $d_{ПР}$, мм	
	1,2...1,6	2...2,5
50...60	120...140	140...160
65...75	150...170	180...220
80...100	180...200	230...280
150...200	230...250	300...350
250...300	270...300	350...380

Напряжение источника питания, В

$$U_{д} = 21 + 0,04 \cdot I_{CB} . \quad (2)$$

Зависимость напряжения дуги от силы сварочного тока (флюс АН-348А) представлена в таблице 5:

Таблица 5 – Зависимость напряжения дуги от силы сварочного тока

I_{CB} , А	180...300	300...400	500...600	600...700	700...850	850...1000
$U_{д}$, В	32...34	34...36	36...40	38...40	40...42	41...43

Скорость подачи электродной проволоки, м/ч

$$V_{\text{ПР}} = \frac{4 \cdot \alpha_{\text{Н}} \cdot I}{\pi \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot \gamma}, \quad (3)$$

где $\alpha_{\text{Н}}$ – коэффициент наплавки, г/А·ч;

γ – плотность электродной проволоки, $\gamma = 7,85 \cdot 10^{-3}$ г/мм³.

Коэффициент наплавки проволоки сплошного сечения

$$\alpha_{\text{Н}} = 7,0 + 0,04 \frac{I_{\text{СВ}}}{d_{\text{ПР}}}; \quad (4)$$

для переменного тока

$$\alpha_{\text{Н}} = 2 + \sqrt{\frac{I_{\text{СВ}}}{d_{\text{ПР}}}}. \quad (5)$$

для постоянного тока прямой полярности

При наплавке постоянным током обратной полярности

$$\alpha_{\text{Н}} = 11 \dots 14 \text{ г/А·ч.}$$

Наплавку рекомендуется выполнять на постоянном токе обратной полярности.

Скорость наплавки, м/ч

$$V_{\text{Н}} = \frac{\alpha_{\text{Н}} \cdot I}{h \cdot S \cdot \gamma}, \quad (6)$$

где h – высота наплавленного слоя, мм;

S – шаг наплавки, мм/об.

Толщина покрытия (высота наплавленного слоя) h , наносимого на наружные цилиндрические поверхности, мм

$$h = \frac{I}{2} + z_1 + z_2, \quad (7)$$

где I – износ детали, мм;

z_1 – припуск на обработку на сторону, $z_1 = 0,1 \dots 0,3$ мм;

z_2 – припуск на механическую обработку после нанесения покрытия, при наплавке под флюсом $z_2 = 0,8 \dots 1,1$ мм.

Шаг наплавки, мм/об.

$$S = (2 \dots 2,5) d_{\text{ПР}}. \quad (8)$$

Вылет электрода, мм

$$\delta = (10 \dots 12) d_{\text{ПР}}. \quad (9)$$

Смещение электрода от зенита, мм

$$a = (0,05 \dots 0,07) D. \quad (10)$$

Частота вращения детали, мин⁻¹

$$n = \frac{1000 \cdot V_H}{60 \cdot \pi \cdot D}. \quad (11)$$

Масса наплавленного металла, г,

$$G_H = W_H \cdot \rho, \quad (12)$$

где W_H – объем наплавленного металла, мм³.

ρ – плотность наплавленного металла, $\rho = 7,85 \cdot 10^{-3}$ г/мм³.

Объем наплавленного металла, мм³,

$$W_H = F_H \cdot h, \quad (13)$$

где F_H – площадь наплавленной поверхности, мм²;

h – высота наплавленного слоя, мм.

Расход сварочной проволоки, г

$$G_{\text{ПР}} = G_H (1 + \psi), \quad (14)$$

где ψ – коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание, принимается равным 0,02...0,03.

Расход флюса, г/пог.м

$$G_{\Phi} = \frac{(U_D - 1,8)780}{V_H}. \quad (15)$$

Время горения дуги, ч

$$t_o = \frac{G_H}{I_{\text{СВ}} \cdot \alpha_H}. \quad (16)$$

Полное время сварки, ч

$$T = \frac{t_o}{k_{\text{П}}}, \quad (17)$$

где $k_{\text{П}}$ – коэффициент использования сварочного поста принимается равным 0,6...0,7.

Расход электроэнергии, кВт·ч

$$A = \frac{U_D \cdot I_{\text{СВ}}}{\eta \cdot 1000} \cdot t_o + W_o \cdot (T - t_o), \quad (18)$$

где η – КПД источника питания, при постоянном токе $\eta = 0,6 \dots 0,7$;
при переменном $\eta = 0,8 \dots 0,9$;

W_0 – мощность источника питания, работающего на холостом ходе, кВт·ч. На постоянном токе $W_0 = 2,0 \dots 3,0$ кВт, на переменном – $0,2 \dots 0,4$ кВт.

Выбранные режимы уточняют в процессе пробных наплавки.

1.2 Область применения и особенности технологического процесса наплавки под слоем флюса для некоторых деталей

Автоматической наплавкой под слоем флюса восстанавливают преимущественно детали типа «вал», имеющие значительный износ. Наплавка под флюсом дает хорошие результаты при восстановлении деталей, изготовленных из закаленных и нормализованных среднеуглеродистых сталей марок 30, 35, 40, 45 и 50Г, стального литья из низколегированных сталей марок 30Х, 35Х, 40Х и малоуглеродистых сталей.

Цилиндрические поверхности деталей наплавляют по винтовой линии. Качество наплавляемого металла регулируют путем подбора марки электродной проволоки и флюса.

Наплавку плоских деталей (шлицы валов) производят отдельными валиками вдоль или поперек наплавляемой поверхности. Для уменьшения времени на удаление шлаковой корки наплавку ведут отдельными участками с различной последовательностью наложения валиков.

Наплавка под слоем флюса находит применение и при восстановлении деталей сложного профиля (зубья ведущих звездочек)

Подготовка деталей к наплавке состоит в очистке поверхностей от загрязнений, а при наличии одностороннего износа в предварительной токарной обработке изделия.

Перед наплавкой электродную проволоку очищают от консервационного масла и ржавчины, а флюсы прокаливают при температуре $150 \dots 200^\circ \text{C}$ в течении $2 \dots 3$ ч.

Технологический процесс наплавки опорного катка трактора ДТ-75М.

Каток очищают от загрязнений. Опорные поверхности зачищают стальной щеткой до металлического блеска. Затем колесо на оправке устанавливают в центрах токарно-винторезного станка с дополнительно встроенным редуктором для понижения числа оборотов шпинделя, оснащенного флюсоудерживающим устройством, которое является базой для наплавочного аппарата. После выбора электродного материала и флюса определяют и уточняют режимы наплавки. Опорные поверхности колеса наплавляют поочередно до диаметра 380 ± 3 мм. Шлаковую корку удаляют в процессе наплавки. Последующая механическая обработка не требуется.

Технологический процесс восстановления посадочных поверхностей вала (при диаметре более 50 мм).

После очистки от загрязнений поверхностей, подлежащих наплавке, осматривают центровые отверстия и при необходимости исправляют на токарном станке.

Вал одним концом устанавливают в патрон токарного станка, а второй слегка поджимают центром задней бабки.

Выбирают и уточняют режимы наплавки. Наплавку шеек проводят по винтовой линии. Наплавку первого и последнего валиков ведут при выключенном механизме продольной подачи. Шлаковую корку удаляют в процессе наплавки. Наплавленную поверхность осматривают. Поры и непровары не допускаются. Затем вал подвергают высокому отпуску с нагревом ТВЧ и подвергают черновой, чистовой механической и термической обработке (закалке).

Технологический процесс наплавки шлицев вала.

Шлицы наплавляют продольными валиками (при выключенном шпинделе станка) в три прохода. Для предотвращения коробления вала наплавляют диаметрально противоположные шлицы. Рекомендуемые режимы при наплавке электродной проволокой 30ХГСА диаметром 2 мм: ток постоянный, обратной полярности, 200...250 А; напряжение 30...36 В;

вылет электрода 18...20 мм. Скорость подачи проволоки 130...150 м/ч; скорость наплавки 10...12 м/ч. Шлаковую корку удаляют после каждого прохода. Наплавленные поверхности подвергают контрольному осмотру. Поры и непровары не допускаются. После отжига ТВЧ и подвергают механической и термической обработке.

Технологический процесс восстановления коренных и шатунных шеек коленчатых валов автотракторных двигателей.

Наиболее часто используют наплавку пружинной проволокой второго класса под слоем легированного флюса, представляющего собой смесь, состоящую из плавленного флюса АН-348А (93,2 %), феррохрома (2,2 %), графита (2,3 %) и жидкого стекла (2,5 %). Однако этот метод резко снижает усталостную прочность наплавленных коленчатых валов из-за наличия большого количества трещин.

Разработана технология наплавки проволокой Нп-30ХГСА под флюсом АН-348А с последующей механической обработкой и полным повторным циклом термической обработки (нормализация и закалка ТВЧ). Эта технология требует специального термического оборудования и целесообразна при большой производственной программе восстановления.

Перед наплавкой шатунные шейки предварительно шлифуют с занижением диаметра на 3 мм относительно номинального с целью удаления поверхностных дефектов в виде мелких трещин и т.д.

Затем вал подогревают в печи шахтного типа до температуры 150...180° С. Непосредственно перед наплавкой и в процессе ее каждая шатунная шейка подогревается до температуры 350...400° С газовой горелкой. При этом рядом расположенные коренные опоры охлаждаются водяным душем. При предварительном объемном подогреве коленчатого вала до температуры 150...160° С уменьшается перепад температур по сечению наплаваемой шейки. Вследствие этого замедляется скорость охлаждения поверхностных слоев и исключается трещинообразование.

Наплавку проволокой Нп-30ХГСА диаметром 1,8 мм с флюсом АН-348А ведут от галтелей к середине шейки при режиме: сила сварочного тока 150...160 А; напряжение дуги 24...26 В; частота вращения 1 мин⁻¹; подача проволоки 87 м/ч; подача суппорта 4,5 мм/об., вылет электрода 20...25 мм; смещение с зенита в сторону, обратную вращению 6...8 мм.

После наплавки шейки подвергают высокому отпуску с нагревом ТВЧ до температуры 750...800 °С. Затем их шлифуют и закаливают ТВЧ. Перед наплавкой, после нее и перед окончательным шлифованием валы правят наклепом. Затем их балансируют и полируют.

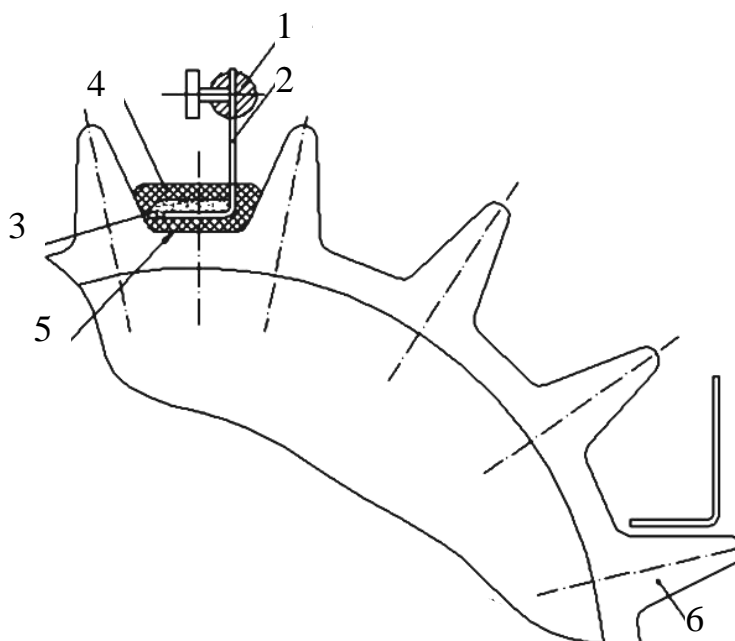
Технологический процесс восстановления ведущих колес гусеничных тракторов.

Зубья ведущих колес гусеничных тракторов изнашиваются по профилю на глубину свыше 10 мм. Для компенсации такого износа, необходимо проводить многослойную наплавку, что снижает производительность процесса. Избежать этого можно используя метод электродуговой наплавки неподвижным плавящимся электродом (НПЭ) под флюсом с применением дополнительного присадочного материала (ДПМ).

Технология заключается в следующем: зубчатое колесо устанавливается в специально разработанную для этой цели установку, которая позволяет вести наплавку двух боковых поверхностей зуба и впадины зубчатого колеса, поворачивая колесо относительно своей оси (рисунок 6).

Наплавляемая поверхность в процессе наплавки должна быть горизонтальна. Вначале наплавляют поверхность впадины, для чего над ней устанавливают НПЭ на расстоянии 3...4 мм от наплавляемой поверхности. Пространство между НПЭ и наплавляемой поверхностью заполняют флюсом. Затем насыпают расчетное количество ДПМ. В зависимости от величины наплавляемого слоя за один проход берется (100...300) % ДПМ от расплавляемой массы НПЭ, что позволяет наплавить за один проход слой толщиной 6...8 мм. Далее НПЭ вместе с ДПМ засыпают слоем флюса толщиной 30...40 мм и после включения сварочного источника НПЭ вме-

сте с ДПМ расплавляются, образуя наплавленный слой. Время расплавления составляет около 30 секунд. Ток наплавки – 750 А; напряжение дуги – 38 В. В качестве НПЭ используют пластины из стали Ст-3 Г-образной формы, толщиной 2...3 мм и шириной равной ширине наплавляемой поверхности. Для обеспечения износостойкости наплавленного слоя на уровне технических требований наплавку осуществляли с использованием смеси флюсов АН-348А (75...80%) и керамического флюса АНК-18 (25...20%). В качестве ДПМ используют крупку из проволоки СВ08Г2С диаметром 1,2 мм, нарубленную на специализированном станке.



1 – электродержатель; 2 – электрод (НПЭ); 3 – дополнительный присадочный материал (ДПЭ); 4 – флюс; 5 – впадина; 6 – зуб

Рисунок 6 – Схема наплавки венца ведущего колеса

После наплавки одной впадины колесо поворачивают в установке вокруг оси на шаг зубьев колеса и в такой же последовательности производят наплавку остальных впадин колеса. После уточнения толщины 1-го наплавленного слоя впадин производят наплавку 2-го слоя, при этом только корректируется необходимое количество ДПМ. Наплавку зубьев производят по той же технологии, при этом уже горизонтально располагают боковую поверхность зуба.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Изучить теоретические вопросы.
- 2 Рассчитайте режимы наплавки детали типа «вал» и произвести его наплавку, согласно выбранным режимам.
- 3 Разработать маршрутную и операционные карту на восстановление детали (задание выдается преподавателем).

3 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 1 Краткие теоретические сведения о изучаемом способе наплавки.
- 2 Расчет режимов, выбор электродного материала.
- 3 Технологические карты восстановления детали.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 В чем заключается сущность наплавки под слоем флюса?
- 2 Какие функции выполняет флюс при наплавке?
- 3 Каковы особенности наплавки цилиндрических деталей?
- 4 Как влияет сила тока на качество наплавляемого металла, глубину проплавления основного металла, форму наплавляемых валиков?
- 5 Как влияет напряжение на качество наплавляемого металла, глубину проплавления основного металла, форму наплавляемых валиков?
- 6 Как классифицируют флюсы?
- 7 Какие электродные материалы применяют при наплавке? Как определяется их выбор?
- 8 Какими способами можно легировать наплавленный металл?
- 9 Какое оборудование используют при наплавке под слоем флюса?
- 10 Достоинства и недостатки наплавки под слоем флюса.
- 11 Область применения наплавки под слоем флюса.
- 12 Из каких операция складывается технологический процесс восстановления наплавкой под слоем флюса деталей типа «вал»?

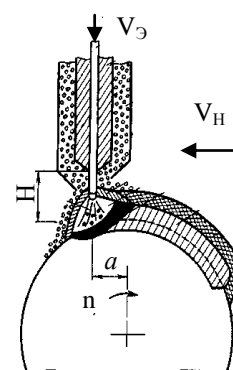
13 Из каких операция складывается технологический процесс восстановления наплавкой под слоем флюса шлицевых поверхностей?

14 Особенности технологического процесса восстановления коленчатых валов наплавкой под слоем флюса.

5 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1 На рисунке приведена схема

- 1) дуговой наплавки под слоем флюса
- 2) дуговой наплавки в среде защитных газов
- 3) вибродуговой наплавки
- 4) наплавки порошковой проволокой
- 5) электрошлаковой наплавки
- 6) контактной приварки ленты (проволоки)



2 При наплавке изношенных деталей под слоем флюса

- 1) электрод смещают с зенита в сторону вращения детали
- 2) электрод смещают с зенита в сторону, противоположную вращения детали
- 3) электрод устанавливают строго в зените
- 4) качество наплавки не зависит от положения электрода

3 Керамические флюсы маркируют буквами _____

4 Шлицевые валы наплавляют

- 1) по винтовой линии
- 2) продольными валиками один за другим
- 3) продольными валиками в диаметрально противоположном направлениях
- 4) отдельными валиками вдоль или поперек наплавляемой поверхности

5 Плавленные флюсы получают

- 1) смешиванием порошков исходных материалов со связующими, гранулированием и сушкой
- 2) сплавлением исходных материалов в печах и грануляцией
- 3) добавлением к керамическим флюсам чугунной стружки, графита, ферросплавов

ЛИТЕРАТУРА

1 **Пучин, Е.А.** Технология ремонта машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.

2 **Курчаткин, В.В.** Надежность и ремонт машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов [и др.]; под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.

3 **Пучин, Е.А.** Практикум по ремонту машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолоС, 2009. – 327 с.

4 **Пантелеенко, Ф.И.** Восстановление деталей машин [Текст]: справочник / Ф.И. Пантелеев, В.П. Лялякин, В.П. Иванов [и др.]; под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица – Технические характеристики аппаратов для автоматической наплавки под флюсом

Марка аппарата	Ø проволоки, (ширина ленты), мм	Сварочный ток I _{св} , А	Скорость подачи проволоки, V _{пр} , м/ч	Регулирование скорости подачи проволоки	Скорость наплавки, V _н , м/ч	Источник питания
A384МК	3,0-5,0	1000	28,5-225	ступенч.	-	ПСО-500
A580М	1,0-3,0	400	48-408	-"	-	ПСО-500
A1408	1,6-3,0	500	50-500	-"	12-120	ВДУ-504
A1409	1,6-3,0	300	50-500	-"	12-120	ВДУ-504

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ И РЕЖИМЫ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ И ГАЗОВОЙ СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ

Цель работы. Ознакомиться и изучить технологические приемы и режимы электродуговой и газовой сварки (наплавки), применяемой при восстановлении деталей машин.

Оборудование. Сварочный пост постоянного тока с электроизмерительными приборами; пост для газовой сварки; установка для наплавки деталей, набор наплавочных материалов, детали, подлежащие восстановлению (окончательно оборудование и восстанавливаемую деталь определяет преподаватель).

1 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Электродуговая наплавка (сварка)

Сварка – процесс получения неразъёмного соединения путем установления межатомных или межмолекулярных связей. *Наплавка* – нанесение металла на поверхность изделия. Сварка и наплавка может быть ручной, полуавтоматической и автоматической. При полуавтоматической наплавке механизирована только подача электрода. При автоматической наплавке (сварке) механизирована, как подача электрода, так и относительное перемещение электрода и детали. Технологические приемы и режимы сварки и наплавки зависят от материала, формы и размеров изделий и весьма важны для получения надлежащего качества и состава наплавленного слоя.

В связи с тем, что в большом числе случаев наплавленный слой необходимо подвергать механической обработке, наплавка лишнего металла нецелесообразна. Следует стремиться к тому, чтобы припуск на об-

работку не превышал 1,5...2 мм и после наплавки поверхность была бы достаточно ровной, без значительных наплывов и провалов между валиками.

Для обеспечения такой поверхности необходимо наплавку выполнять на оптимальных режимах с применением соответствующих технологических приемов. При ручной наплавке это достигается манипуляциями электродом или горелкой.

При наплавке цилиндрических (и конических) деталей небольшого диаметра по винтовой линии (наиболее распространенная технология) приходится учитывать и возможность стекания ванны, усиливающуюся с увеличением ее длины, что ограничивает выбор режимов по силе тока и напряжению и увеличивающийся разогрев детали.

Определенные технические трудности возникают при наплавке вблизи торца детали и в местах перехода от меньшего диаметра к большему. Для удержания расплавленного шлака и металла у торца иногда приходится прикреплять (приваривать), к нему диск-фланец большого диаметра, а в местах перехода к большому диаметру наплавлять валик, захватывающий проваром стенку этого перехода.

При наплавке плоских поверхностей небольшой ширины приходится ограничивать стекание шлака и металла в процессе наплавки дополнительными устройствами, хотя иногда этого удастся избежать подбором режима (уменьшением напряжения и силы сварочного тока, увеличением скорости наплавки)

При применении одноэлектродной наплавки целесообразно зигзагообразное перемещение электрода (рисунок 1). При этом амплитуда по-ступательно-возвратных движений до

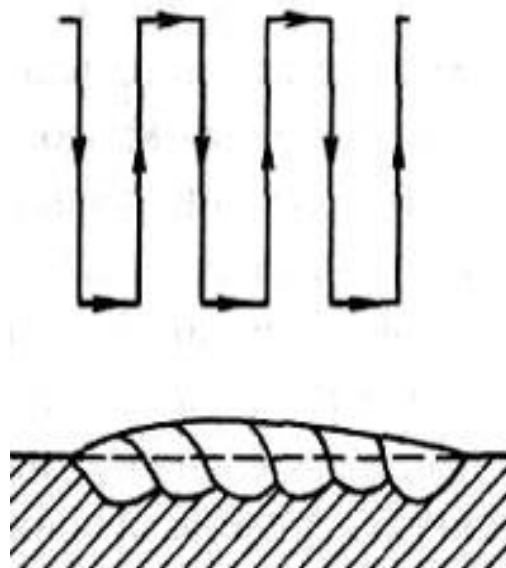


Рисунок 1 – Наплавка плоской поверхности зигзагообразным движением электрода

400 мм (в зависимости от режима) позволяет избежать операции удаления шлака перед подходом дуги. Необходимость удаления шлака ограничивает производительность наплавки, наличие шлака к моменту подхода дуги может отрицательно сказаться на формировании поверхности наплавляемого слоя и его качестве.

При наплавке больших плоских поверхностей, когда повышение производительности наплавочной операции важно, наиболее целесообразно использование многоэлектродных автоматов или ленточных электродов. В частности, эти способы благоприятны для уменьшения деформаций наплавляемой детали, особенно при ее небольшой толщине.

Детали со сложным профилем наплавляемой поверхности, как правило, требуют применения ручной дуговой наплавки, иногда полуавтоматической и реже автоматической при наличии дополнительных устройств или специальных манипуляторов, позволяющих по ходу выполнения наплавки поворачивать и наклонять изделие в положение, допускающее надежное выполнение наплавки на высоких режимах.

Род тока – постоянный, переменный. При сварке используют часто постоянный ток, реже переменный. При переменном токе на электроде и детали выделяется примерно одинаковое количество тепла ($t = 4000 \dots 6000^\circ \text{C}$). При постоянном токе дуга горит устойчиво, причём на положительном полюсе выделяется больше тепла (43 %, $t = 4200^\circ \text{C}$), чем на отрицательном (36 %, $t = 3500^\circ \text{C}$). Поэтому рекомендуется использовать постоянный ток.

Полярность прямая и обратная. Прямая полярность: электрод подключен к отрицательному полюсу, а деталь – к положительному; обратная полярность – электрод подключен к положительному полюсу, а деталь – к отрицательному. Когда надо увеличить глубину проплавления детали, то используют прямую полярность. Детали небольшой толщины сваривают и наплавляют на обратной полярности. При сварке постоянным током на обратной полярности уменьшается разбрызгивание металла.

Выбор марки электрода при восстановлении изношенных поверхностей деталей зависит от материала детали, обеспечения необходимых: прочности заваренной стенки, твердости и износостойкости наплавленного слоя. Диаметр электрода при сварке выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла и степени износа наплавленной поверхности. Наиболее распространенные марки электродного материала применяемого при ручной сварке и наплавке, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Электроды для сварки и наплавки (ГОСТ 9466-85)

Марка электрода	Область применения
УОНИ 13/45 УОНИ 13/55 ЦМ-7; ОММ-5; ОМА-2	Заварка трещин, наплавка поверхностей в деталях из малоуглеродистых сталей не требующих высокой твердости
ОМГ-Н; ЦНИИ Н-4	Наплавка ответственных деталей из высокомарганцевистой стали
НР-70	Наплавка изношенных деталей из высокоуглеродистых сталей
ОЗШ-2	Наплавка быстроизнашивающихся деталей машин и режущего инструмента
ОЗН-250У; ОЗН-300У; ОЗН-400У	Наплавка быстроизнашивающихся деталей из углеродистых и низколегированных сталей, подверженных ударным нагрузкам
ЭНУ-2; ЦН-5; ЭН-60М; Т-590; Т-620	Наплавка деталей, работающих в условиях абразивного износа при наличии ударных нагрузок
ПП-АНЧ-1; ПНЧ-11; МНЧ-2; ЦЧ-4; СЗЧ-2	Холодная сварка чугуновых деталей

Сила тока в сварочной цепи обычно устанавливается автоматически. Силу сварочного тока (I_{CB}) выбирают в зависимости от марки и диаметра электрода ($d_э$), при этом учитывают положение шва в пространстве, вид соединения, толщину и химический состав свариваемого металла. При учете всех этих факторов необходимо стремиться работать на максимально возможной силе тока.

$$I_{CB} = k \cdot d_э, \quad \text{или} \quad I_{CB} = (20 + 6 d_э) d_э, \quad (1)$$

где k – коэффициент, зависящий от диаметра стрежня электрода;

$d_{\text{э}}$ – диаметр электродного стержня, мм.

$d_{\text{э}}$, мм	1...2	3...4	5...6
k , А/мм	25...30	30...45	45...60

Если толщина металла менее $1,5d_{\text{э}}$, при сварке в нижнем положении $I_{\text{СВ}}$ уменьшают на 10...15 % по сравнению с расчетным. Если толщина металла более $3d_{\text{э}}$, то $I_{\text{СВ}}$ увеличивают на 10...15 % по сравнению с расчетным. При сварке на вертикальной плоскости $I_{\text{СВ}}$ увеличивают на 10...15 %, в потолочном положении – на 15...20 %.

Для автоматической и полуавтоматической наплавки, величина силы тока варьируется в пределах 80...300 А и её приближённо можно определять по формуле

$$I = 110d_{\text{эл.}} + 10d_{\text{эл.}}^2. \quad (2)$$

Напряжение. Форма наплавляемых валиков существенно зависит от напряжения. При понижении напряжения сварки нагрев стенки уменьшается, валики становятся более высокими, но и более узкими. С уменьшением напряжения глубина проплавления увеличивается. Недопустимо пониженное напряжение сварки приводит к плохому сплавлению валиков между собой и деталью.

Напряжение дуги задают обычно в пределах 18...36 В. Для тонкостенных чугуновых деталей напряжение дуги должно составлять 14...16 В, а для толстостенных – 16...18 В [4].

Для автоматической и полуавтоматической наплавки, величину напряжения приближённо определяют по формуле

$$U = 21 + 0,04 \cdot I. \quad (3)$$

Скорость подачи проволоки (100...300 м/ч) определяют по формуле

$$V_{\text{пр}} = \frac{4 \alpha_{\text{н}} \cdot I}{\pi \cdot d_{\text{эл.}} \cdot \rho} \quad (\text{м/ч}), \quad (4)$$

где $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент наплавки, $\alpha_{\text{н}} = 8...12$ г/А·ч;
 ρ – плотность материала проволоки, г/см³, $\rho = 7,8$ г/см³.

Коэффициент наплавки можно определить по формуле

$$\alpha_H = 2,3 + 0,065 \cdot I / d_{ЭЛ} . \quad (5)$$

Скорость наплавки (обычно составляет 20...30 м/ч)

$$V_{НАПЛ} = \frac{I \cdot \alpha_H}{F_{Ш} \cdot \rho \cdot 100} \quad (\text{м/ч}), \quad (6)$$

где $F_{Ш}$ – площадь поперечного сечения шва, см^2 .

$$F_{Ш} = 2F_{ПР} \cdot \varphi , \quad (7)$$

где $F_{ПР}$ – сечение электродной проволоки, см^2 ;
 φ – коэффициент перекрытия шва, $\varphi = 1,3 \dots 2$.

Частота вращения детали

$$n = \frac{V_{НАПЛ}}{60 \cdot \pi D} \quad (\text{об/мин}), \quad (8)$$

где D – диаметр наплавляемой детали, мм.

Смещение электрода с зенита в сторону противоположную вращению детали

$$L_0 = (0,05 - 0,07) \cdot D . \quad (9)$$

Обычно $L_0 \approx 3 \dots 8$ мм.

Вылет электрода. Устанавливается в зависимости от диаметра проволоки по выражению

$$L = (10 \dots 12) d_{ЭЛ} . \quad (10)$$

Шаг наплавки

$$S_{Ш} = (2 \dots 3,5) d_{ЭЛ} \quad (\text{мм/об}) . \quad (11)$$

При наплавке приходится учитывать разбавление наплавленного металла основным. Такое разбавление необходимо ограничивать. Это может быть достигнуто выбором перекрытия валиков при наплавке каждого (особенно первого) слоя. Так, при наложении 1-го слоя без перекрытия ($m/s \rightarrow 1$, где m – ширина валика) доля основного металла γ_0 составляет 0,65, а при перекрытии по ширине $m/s = 0,46$ эта доля уменьшается до 0,45. В связи с этим такой метод перекрытия весьма распространен при наплавке. При ручной наплавке $m/s \approx 0,35$, при автоматической проволоками кру-

гового сплошного сечения $m/s = 0,4...0,5$. Увеличение m/s может привести к неблагоприятной форме выпуклости валика и непровару места перехода от предыдущего валика к последующему.

Производительность установки

$$Q_H = \alpha_H \cdot I \cdot t \quad (\text{Г/ч}) . \quad (12)$$

Расход электродного материала. Масса наплавленного металла

$$G_{\text{ПР}} = F_{\text{Ш}} \cdot l' \cdot \rho \cdot k_{\text{П}} , \quad (13)$$

где l' – длина шва, см;

$k_{\text{П}}$ – коэффициент разбрызгивания металла, $k_{\text{П}} = 0,90$.

Расход электродов

$$Q_{\text{ЭЛ}} = G_{\text{ПР}} \cdot m_{\text{Д}} , \quad (14)$$

где $Q_{\text{эл}}$ – расход электродов, г;

$m_{\text{Д}}$ – коэффициент, характеризующий разницу в массе электродов и наплавленного металла за счёт угара и разбрызгивания (10 %), осадков (15 %) и за счёт обмазки, масса которой от массы металла электрода составляет 30...40 % ($m_{\text{Д}} = 1,8$ для наплавки и сварки металлическим электродом).

Полученные в ходе расчета данные окончательно уточняются опытным путем при пробных наплавках.

Расход электрической энергии

$$W = \frac{I \cdot U \cdot t}{60000} \quad (\text{кВт} \cdot \text{ч}) , \quad (15)$$

где t – время наплавки, ч.

Угол наклона электрода назначают в пределах $45...60^\circ$ при наплавке галтелей, а при наплавке других поверхностей $6...8^\circ$ в сторону вращения детали.

Толщина слоя наплавки

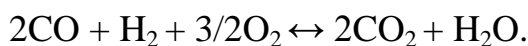
$$h = i + z , \quad (4.17)$$

где i – величина износа детали, мм;

z – припуск на механическую обработку после нанесения покрытия, мм ($z \approx 0,6...1,1$ мм).

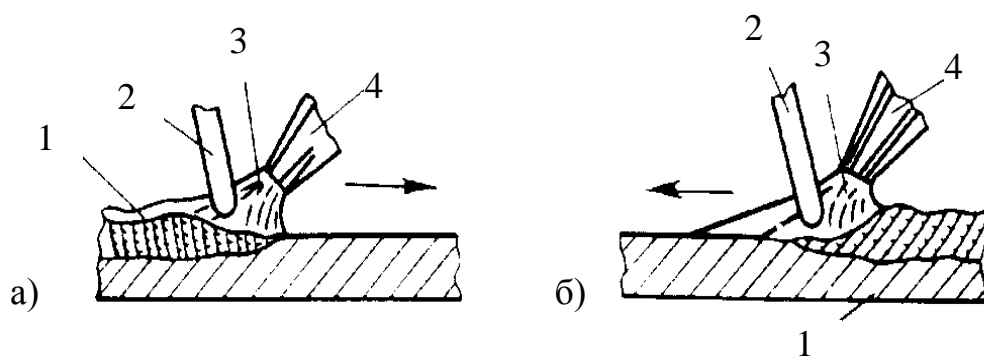
1.2 Газовая сварка и наплавка

При газовой сварке и наплавке металл расплавляют пламенем, как правило, нейтральным ацетиленокислородным. Ацетилен получают с помощью генераторов (приложение А). В результате полного сгорания ацетилена образуются углекислый газ и пары воды.



К параметрам режимов газовой сварки относят: способ сварки, мощность и характер (вид) пламени, диаметр присадочного прутка и угол наклона горелки.

Способ сварки (левый и правый). При правом способе (рисунок 2, а) процесс сварки ведётся слева направо. Горелка перемещается впереди присадочного прутка, а пламя направлено на формирующийся шов. Этим обеспечивается хорошая защита сварочной ванны от действия атмосферного воздуха и замедленное охлаждение шва. При левом способе (рисунок 2, б) процесс сварки выполняют справа налево. Горелка перемещается за присадочным прутком, а пламя направляется на несваренные кромки и подогревает их, подготавливая к сварке.



- 1 – формирующийся шов; 2 – присадочный пруток; 3 – пламя горелки;
4 – горелка

Рисунок 2 – Основные способы газовой сварки

Швы накладывают одно- и многослойные. При толщине металла до 6...8 мм применяют однослойные швы, до 10 мм – в два слоя, более 10 мм – в три слоя и более.

Толщина слоя при многослойной сварке зависит от размеров шва, толщины металла и составляет 3...7мм. Перед наложением последующего слоя поверхность предыдущего должна быть хорошо очищена металлической щёткой. Сварку выполняют короткими участками. При этом стыки валиков в слоях не должны совпадать. При многослойной сварке зона нагрева меньше, чем при однослойной. В процессе сварки при наплавке очередного слоя происходит отжиг нижележащих слоёв. Эти условия позволяют получить сварной шов высокого качества, что очень важно при сварке ответственных конструкций. Однако производительность в этом случае низкая, а расход газа большой.

Мощность пламени. Мощность пламени характеризуется часовым расходом ацетилена, зависящим от номера наконечника горелки. Часовой расход ацетилена определяется по формуле

$$A = K \cdot t' \text{ (л/ч)}, \quad (16)$$

где K – коэффициент, характеризующий материал свариваемой детали, способ сварки и тип соединения, в л/ч на один мм толщины детали. Для стали $K = 100...200$ л/ч · мм; для чугуна $K = 110...140$ л/ч · мм; для латуни $K = 130$ л/ч · мм; для алюминия $K = 60...100$ л/ч · мм.;

t' – толщина детали, мм.

Расход ацетилена в м³/ч

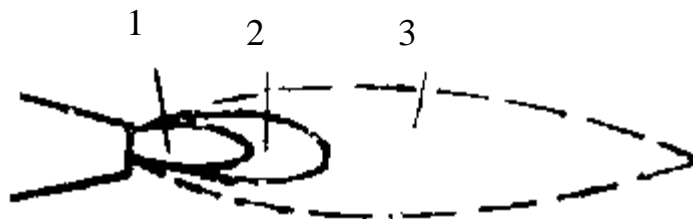
$$A = k' \cdot t', \quad (17)$$

где k' – коэффициент, характеризующий удельный расход ацетилена на один мм толщины детали, м³/ч · мм; для чугуна $k' = 0,11...0,14$; для стали $k' = 0,10...0,12$; для латуни $k' = 0,12...0,13$; для алюминия $k' = 0,06...0,10$).

Расход кислорода на 10...20 % больше, чем ацетилена.

Определив расход ацетилена, выбирают *номер наконечника горелки* (приложение Б, таблицы 1 и 2) и *характер* (вид) пламени.

Ацетиленокислородное пламя состоит из трёх зон (рисунок 3).



1 – ядро; 2 – средняя зона (восстановление);
3 – зона полного сгорания (факел)

Рисунок 3 – Строение пламени

Во внутренней части пламени 1 (ядре) происходит постепенный нагрев до температуры воспламенения газовой смеси, поступающей из мундштука. В зоне 2 происходит сгорание ацетилена за счёт первичного кислорода, входящего в состав газовой смеси $C_2H_2 + O_2 \leftrightarrow 2CO + H_2$. Температура в этой зоне наивысшая (рисунок 4). Она называется сварочной зоной и обладает восстановительными свойствами. Зона 3, в которой за счёт атмосферного кислорода протекает вторая стадия горения ацетилена, называется факелом.

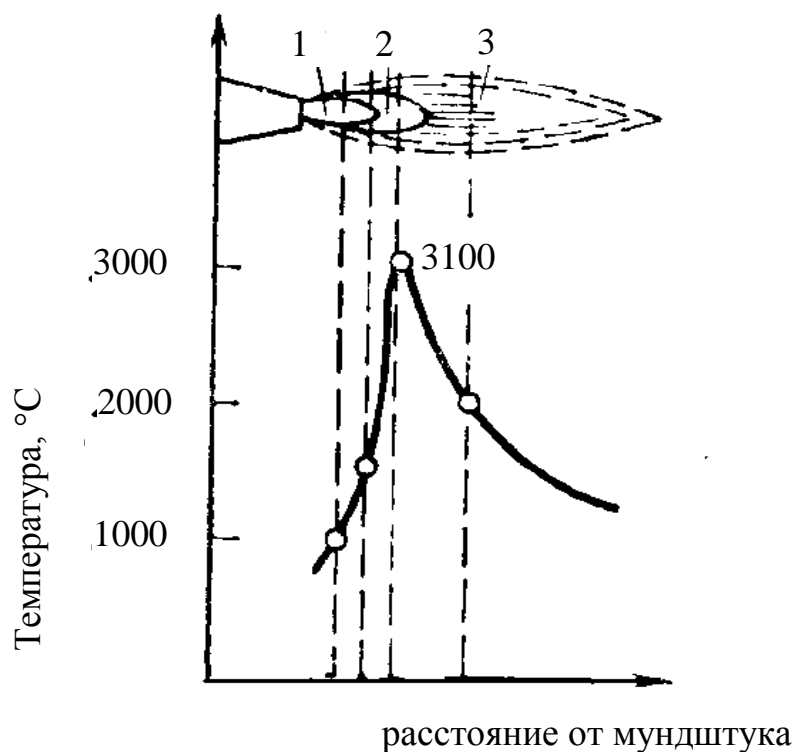


Рисунок 4 – Распределение температуры по оси ацетилено-кислородного пламени

Виды пламени зависят от соотношения кислорода и горючего газа: *нормальное* (кислород/газ = 1,1...1,2); *окислительное*, кислорода больше в 1,3 раза по объёму; *науглероживающее*, образуется когда имеет место избыток ацетилена, при содержании кислорода 0,95 по объёму, принимают в зависимости от выполняемой работы.

Нормальным (нейтральным) пламенем сваривают детали из алюминиевых сплавов, меди, бронзы и стали с содержанием углерода менее 0,5 %, а также запаивают трещины. Нормальное пламя отличается восстановительным характером его второй зоны. Находящиеся в этой зоне пламени окись углерода и водород обладают способностью в процессе сварки вступать в реакцию с кислородом, находящимся в окислах металлов, благодаря чему улучшается качество шва.

Сварку чугунных деталей и деталей из стали, содержащей углерод более 0,5%, и наплавку твердых сплавов ведут пламенем с избытком ацетилена (ядро зеленоватое на конце). Во второй зоне такого пламени имеющийся в избытке углерод частично переходит в металл, вследствие чего содержание его в металле детали несколько увеличивается, кремний не выгорает и отбеливания чугуна не происходит.

При наплавке твёрдых сплавов на стальные детали науглероживающим пламенем предотвращается перемешивание сплавов с основным металлом, так как повышенное содержание углерода в поверхностном слое понижает его температуру плавления. В результате этого на поверхности детали появляется тонкая, глубиной 0,3...0,5 мм, плёнка расплавленного металла, так называемое «запотевание». В момент «запотевания» в пламя вводят конец присадочного прутка из твёрдого сплава, который растекается по поверхности. При этом сохраняется износостойкость наплавляемого твердого сплава.

Низкоуглеродистые стали сваривают газовой сваркой без особых затруднений. Присадочным материалом служит сварочная проволока. Ответственные конструкции сваривают, используя низкоуглеродистую про-

волоку. Наилучшие результаты дают проволоки марок Св-08ГА, Св-10Г2, Св-08ГС, Св-08Г2С. Сварные швы, образованные с применением этих проволок, имеют высокие механические свойства.

Свариваемость среднеуглеродистой стали удовлетворительна, однако в сварном шве и зоне термического влияния могут образоваться закалочные структуры и трещины. Сварку выполняют слегка науглероживающим пламенем, так как даже при небольшом избытке в пламени кислорода происходит существенное выгорание электрода. Рекомендуемый способ сварки – левый, так как в этом случае металл не перегревается. При толщине металла более 3 мм следует проводить предварительный общий подогрев детали до 250...300° С или местный нагрев до 650...700° С. Присадочным материалом служит сварочная проволока указанная для низкоуглеродистых сталей, и проволока Св-12ГС. При сварке металла толщиной более 15 мм применяют проволоку диаметром 6...8 мм. После сварки можно порекомендовать проковку шва в горячем состоянии и последующую нормализацию при 800...900° С. После этого металл приобретает достаточную пластичность и мелкозернистую структуру. Детали толщиной до 4 мм обычно сваривают левым способом, в остальных случаях – правым.

Окислительным пламенем режут металлы и сваривают латунные детали. Детали окислительным пламенем нагревают гораздо быстрее, чем другими видами пламени, так как оно имеет самую высокую температуру. Окислительное пламя при сварке латуни из-за отсутствия в нём свободного водорода обеспечивает получение плотного беспористого шва.

Газовое пламя с избытком ацетилена можно применять для местной или общей поверхностной закалки детали на небольшую глубину (1,5...2 мм). В этом случае непосредственно за горелкой размещают устройство для подачи закаливающей жидкости (чистой воды или слабого раствора соды). Разогрев участок поверхности детали до температуры закалки, удаляют горелку и подают закаливающую жидкость на деталь.

Если закрепить деталь в центрах токарного станка, а газовую горелку с устройством для подачи закаливающей жидкости на суппорте, то при медленном вращении детали и соответствующей величине подачи суппорта можно получить ленточную закалку всей поверхности детали.

Газовое пламя применяют для вырезки заплат, сильно деформированных участков и разделки пробоев при подготовке деталей к сварке.

Хорошо режутся металлы, у которых температура воспламенения в струе кислорода ниже температуры плавления, а окислы во время резки находятся в жидкотекучем состоянии. Этим условиям удовлетворяют стали с содержанием углерода до 0,7%. Высоколегированные стали, чугун, медь, алюминий и его сплавы плохо поддаются газовой резке.

Диаметр присадочного прутка выбирают в зависимости от толщины свариваемой детали и способа сварки.

При сварке деталей толщиной до 15 мм диаметр присадочного прутка:

$$d = \frac{S}{2} + 1 \quad \text{мм (левый способ);}$$

$$d = \frac{S}{2} + 2 \quad \text{мм (правый способ).}$$

Для деталей толщиной более 15 мм диаметр присадочного прутка берут равным 6...8 мм.

Угол наклона горелки к поверхности детали зависит от толщины свариваемого металла и принимается 10° при толщине один мм, 20° при толщине 1...3 мм и т.д. (рисунок 4).

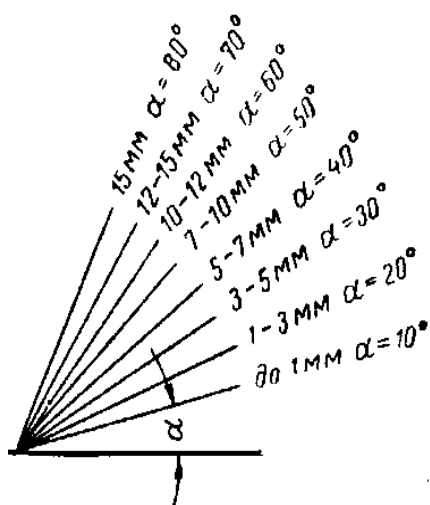


Рисунок 4 – Зависимость угла наклона горелки от толщины детали

При газовой сварке применяют флюсы, предохраняющие металл от окисления и переводящие окислы в легкоплавкие соединения, которые всплывают на поверхность расплавленного металла,

защищая его от насыщения газами. Основными компонентами флюсов для чёрных металлов являются: бора ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$), двууглекислая сода (NaHCO_3) и борная кислота (H_3BO_3).

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомьтесь с режимами и технологическими приемами электродуговой и газовой сварки и наплавки деталей машин (выбор способа производит преподаватель).

2. Рассчитайте режимы наплавки детали типа «вал» и произвести его наплавку, согласно выбранным режимам и приемам.

3. Разработать операционную карту восстановления.

3 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1 Краткие теоретические сведения о изучаемом способе наплавки (сварки).

2 Расчет режимов, выбор электродного материала.

3 Операционная карта восстановления детали.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Охарактеризуйте режимы ручной дуговой сварки и наплавки.

2 Охарактеризуйте режимы ручной газовой сварки.

3 Какие виды сварки и наплавки вы знаете?

4 Какую роль играет полярность дуги при наплавке и сварке?

5 Какую роль играет напряжение дуги при наплавке и сварке?

6 Какие виды пламени Вы знаете? Каким пламенем выполняют резку металлов и закалку?

7 Как определяется мощность пламени?

8 Охарактеризуйте левую и правую газовую наплавку.

9 В какой последовательности ведут расчеты режимов наплавки?

5 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Электрическая дуга горит более устойчиво

- 1) при использовании постоянного тока
- 2) при использовании переменного тока
- 3) вид тока не оказывает влияния на устойчивость горения дуги

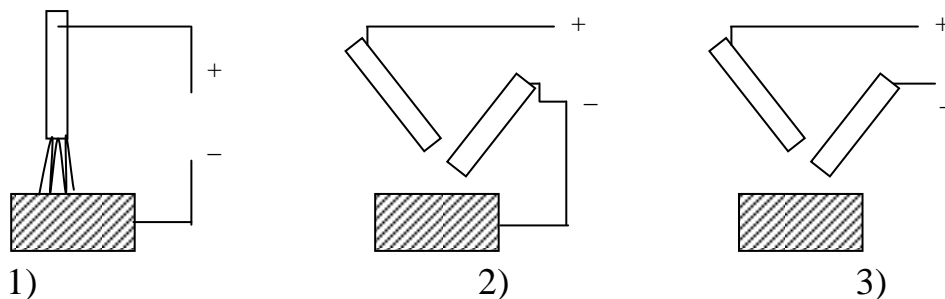
2. Термическое воздействие на деталь и вероятность прожога меньше при использовании

- 1) постоянного тока прямой полярности («+» на детали «-» на электроде)
- 2) постоянного тока обратной полярности («-» на детали «+» на электроде)
- 3) переменного тока

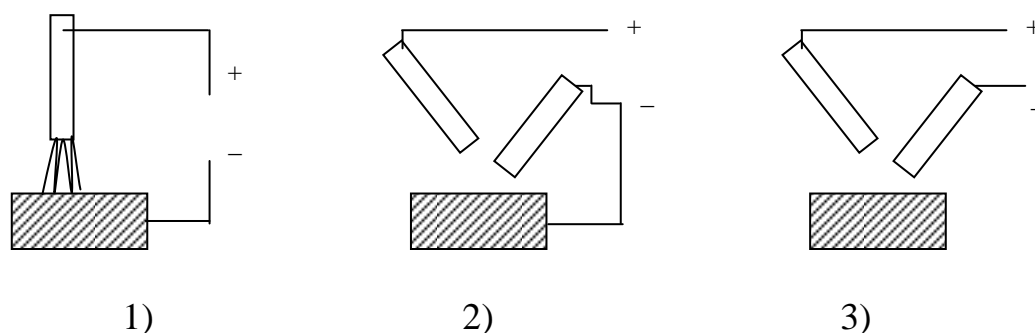
3. Наибольшее применение при наплавке изношенных деталей в среде защитных газов получил

- 1) аргон
- 2) углекислый газ
- 3) пар
- 4) азот
- 5) гелий

4. Сварка деталей дугой прямого действия показана на схеме



5. Сварка деталей дугой косвенного действия (например чугунных или тонкостенных деталей) показана на схеме



6. При дуговой сварке металлов температура дуги находится в пределах, °С

1) 1000...1500

3) 4500...6000

2) 3000...3500

4) 15000...20000

7 Диаметр применяемого электрода при ручной дуговой наплавке плавящимся электродом зависит от?

- 1) Силы сварочного тока.
- 2) Толщины восстанавливаемой детали.
- 3) Напряжения сварочного тока.
- 4) Материала восстанавливаемой детали.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Пучин, Е.А.** Технология ремонта машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.

2 **Курчаткин, В.В.** Надежность и ремонт машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов [и др.]; под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.

3 **Пучин, Е.А.** Практикум по ремонту машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолоС, 2009. – 327 с.

4 **Пантелеенко, Ф.И.** Восстановление деталей машин [Текст]: справочник / Ф.И. Пантелеев, В.П. Лялякин, В.П. Иванов [и др.]; под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица – Техническая характеристика некоторых моделей ацетиленовых генераторов

Параметры	Марка генераторов					
	ГВД- 0,8	ГВР - 1,25	АНВ - 1,66	АСМ - 1,58	МГ- 65	ГВР-3
Расход ацетилена, м ³ /ч	0,8	1,25	1,25	1,25	2	3
Давление ацетилена, МПа	0,007... 0,003	0,008... 0,015	0,002... 0,003	0,01... 0,03	0,0035	0,015... 0,030
Система генератора	вытеснение	вода на карбид и вытеснение	вода на карбид и вытеснение	вытеснение	вода на карбид	вода на карбид и вытеснение
Количество карбида кальция для одной загрузки, кг						
Грануляция карбида кальция, мм	2	4	4	2,2	2 · 2,5	2 · 4
Масса генератора в незаряженном состоянии, кг	25/80	25/80	25/80	25/80	15/25	25 · 80
Использование в зимних условиях	195	54	42	204	70	110
	с чехлом	с чехлом	до - 25 °С	до - 30 °С	не используют	не используют
		ГВР-1,25МЧ				

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 1 – Техническая характеристика горелки «Малютка»

Параметры	Норма для горелки с наконечником			
Толщина свариваемой малоуглеродистой стали, мм	0,2...0,7	0,5...1,5	1,0...2,5	2,5...4,0
Давление, МПа:				
ацетилена	0,03...0,12	0,03...0,12	0,03...0,12	0,03...0,12
кислорода	0,05...0,15	0,05...0,25	0,15...0,40	0,2...0,4
Расход, л/ч:				
ацетилена	25...65	50...125	120...240	230...400
кислорода	35...70	55...135	130...260	250...440
Диаметр ниппеля под шланг, мм	6	6	6	6
Габаритные размеры с наконечником №3, мм	465 · 64 · 75	435 · 64 · 75	435 · 64 · 75	435 · 64 · 75
Масса, кг	0,5	0,57	0,51	0,53

Таблица 2 – Технические характеристики горелки «Звезда»

Основные параметры и размеры	Нормы по основным параметрам и размерам номера наконечников						
Толщина свариваемой малоуглеродистой стали, мм	0,5...1,5	1...2,5	2,5...4,0	4...7	7...11	10...18	17...30
Давление на входе в горелку, МПа:	Не менее 0,001						
ацетилена	0,14	0,15...0,4	0,2...0,4	0,2...0,4	0,2...0,4	0,2...0,4	0,2...0,4
кислорода							
Расход, л/ч:	50...12	120...14	230...40	400...70	660...11	1050...1	1700...2
ацетилена	5	0	0	0	00	750	800
кислорода	55...13	130...26	250...44	430...75	740...12	1150...1	1950...3
	5	0	0	0	00	950	100
Диаметр ниппеля под шланг, мм	9						
Габаритные размеры, мм	404 · 109 · 72	440 · 119 · 72	475 · 119 · 72	515 · 139 · 72	553 · 150 · 72	580 · 159 · 72	618 · 166 · 72
Масса, кг	0,56	0,58	0,59	0,65	0,76	0,78	0,85

ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА КОРПУСНЫХ ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ С ТРЕЩИНАМИ

Цель работы: Изучить технологии восстановления чугунных корпусных деталей с трещинами.

Оборудование: источник питания сварочной дуги; сварочный стол; электродный материал; шлифовальная машина, сверлильная машинка; Полимерные материалы: эпоксидные композиции, анаэробные герметики, металлополимеры; комплект фигурных стяжек ОР-11362-ГОСНИТИ, стенд для гидравлической опрессовки блока цилиндров (перечень оборудования определяет преподаватель).

1 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Корпусные детали, как правило, имеют сложную пространственную геометрию, металлоемки и дорогостоящи. Их состояние во многом определяет безотказность и долговечность отремонтированных агрегатов и машины в целом. При ремонте машин восстановлению корпусных деталей уделяют первоочередное внимание. Их ремонтируют неоднократно, так как они служат до списания машины.

Одним из наиболее распространенных дефектом корпусных деталей является нарушение целостности – возникновение трещин, обломов и пробоин (около 25 %). Их устраняют слесарно-механическими способами; сваркой; посредством полимерных материалов, клеесварным способом, пайко-сваркой.

1.1 Слесарно-механические способы

Установка фигурных вставок (стяжек)

Сущность способа заключается в стягивании кромок трещины установкой в специально подготовленные пазы металлических фигурных вставок (комплект ОР-11362-ГОСНИТИ). Фигурные вставки изготавливают способом волочения в виде фасонной ленты из стали 20 или Ст 3.

Задельывают трещины с помощью уплотняющих и стягивающих фигурных вставок. Первые (рисунок 1. а) применяют для заделки трещин длиной более 50 мм с обеспечением герметичности как толстостенных, так и тонкостенных деталей. Стягивающие вставки (рисунок 1. б) используют для стягивания боковых кромок трещин длиной до 50 мм.

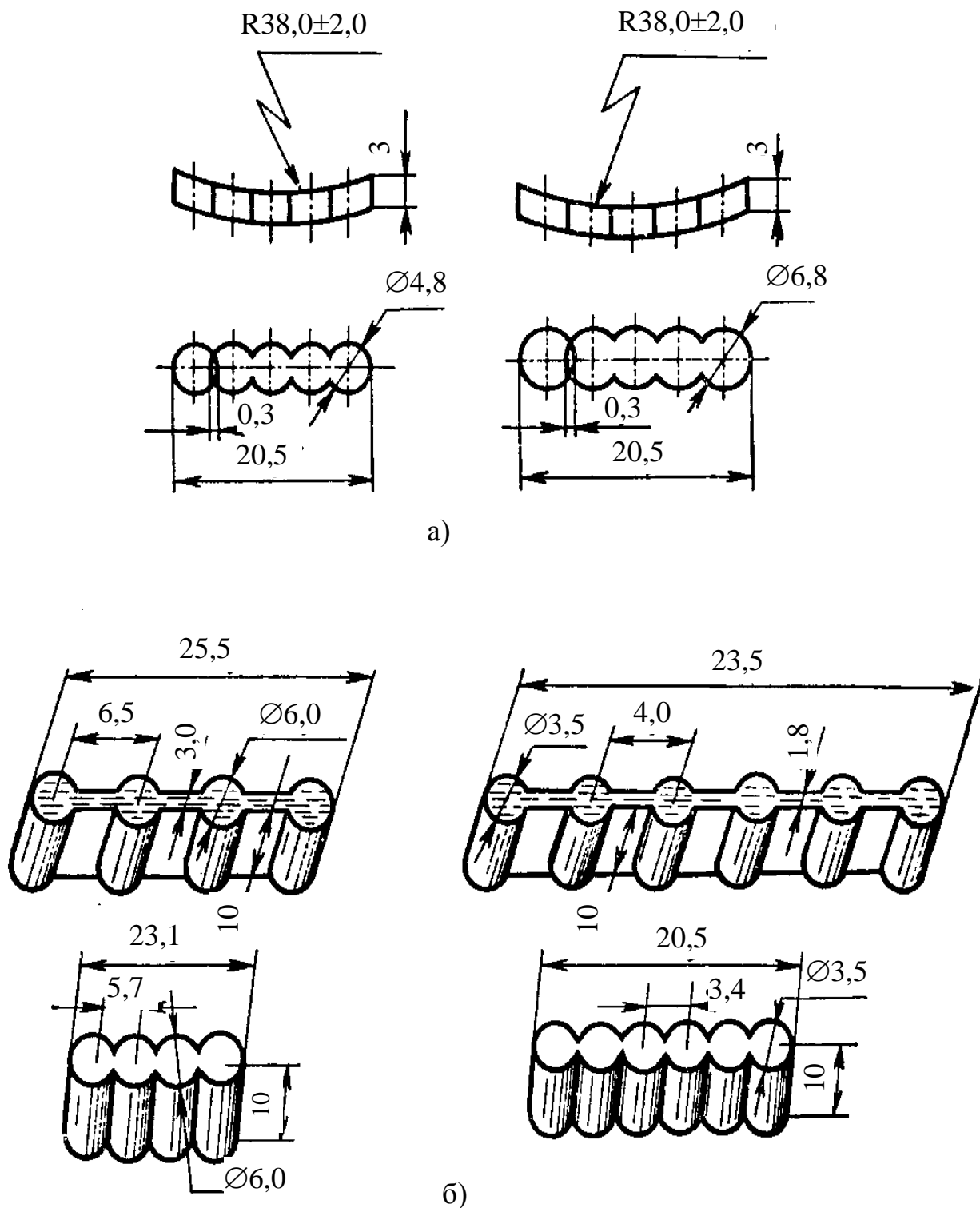
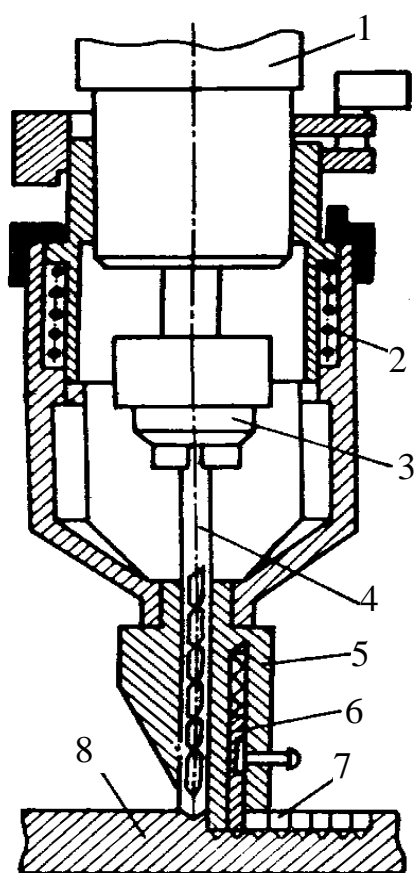


Рисунок 1 – Фигурные вставки

Технологический процесс заделки трещин фигурными вставками включает следующие операции: подготовку паза под фигурную вставку; установку фигурной вставки в паз; зачистку отремонтированного участка; контроля качества ремонта.

Заделывание трещин уплотняющими вставками (в тонкостенных корпусных деталях с толщиной стенки до 12 мм). Отступив от конца трещины в сторону ее продолжения на 4...5 мм, просверливают отверстие $\varnothing 4,8$ мм на глубину 3,5 мм



- 1 – шпиндель сверильной машины;
- 2 – приспособление для сверления;
- 3 – патрон; 4 – сверло; 5 – кондуктор;
- 6 – фиксаторы; 7 – просверленные отверстия;
- 8 – деталь

Рисунок 2 – Кондуктор для сверления отверстий

В отверстие устанавливают фиксатор специального кондуктора (рисунок 2) и сверлят следующее отверстие в сторону расположения трещины. Таким образом, переставляя фиксатор кондуктора, сверлят необходимое число отверстий по всей трещине. Кроме того через каждые пять отверстий сверлят поперек трещины с обеих сторон по два отверстия. Просверленные отверстия продувают сжатым воздухом, обезжиривают ацетоном и наносят эпоксидный состав.

В подготовленный паз устанавливают фигурные вставки сначала поперек трещины, затем – вдоль, расклепывают их пневматическим молотком и зачищают заподлицо с поверхностью детали.

При толщине стенки более 12 мм диаметр просверленного отверстия составляет 6,8 мм. Глубина отверстия (6,5; 9,5 и 12,5 мм) выбирается с таким расчетом, чтобы она была на 2...4 мм меньше толщины стенки детали. Фигурные вставки устанавливают в несколько слоев до полного закрытия паза с последующим расклепыванием слоя.

Заделывание трещин стягивающими фигурными вставками. По специальному кондуктору поперек трещины сверлят шесть отверстий (по три с каждой стороны трещины) $\varnothing 3,5$ мм на глубину 10 мм с шагом 4,2 мм. Затем пробойником с рабочей гранью в виде пластины толщиной 1,8 мм, шириной 22 мм и высотой не менее 10 мм, установленным в пневматическом клепальном молотке, удаляют перемычки между просверленными отверстиями, получая паз шириной 1,8 мм. Металлическую стружку удаляют сжатым воздухом и наносят эпоксидный состав. Вставку запрессовывают пневматическим клепальным молотком, оснащенным хвостовиком. Выступающую часть вставки зачищают шлифовальной машиной. Качество заделки трещины на герметичность проверяют на гидравлическом стенде в течение 3 минут при давлении в 0,4 МПа.

Вставки устанавливают на расстоянии 25...40 мм друг от друга. При длине трещины до 40 мм устанавливают одну вставку. Эффект стягивания трещины достигается за счет неодинаковости шагов (разность равна 0,2 мм) между просверленными отверстиями и элементами вставок. Серийно выпускают комплекты ОР-11362-ГОСНИТИ, которые содержат фигурные вставки, технологическую оснастку и режущий инструмент.

Данный способ отличается низкой трудоемкостью, простотой и доступностью в условиях любого ремонтного предприятия и мастерской хозяйства. Основными достоинствами способа является создание прочного соединения.

Применяется при восстановлении корпуса коробок передач, перегородки между цилиндрами блоков цилиндров, трещин в головках цилиндров и ряда других деталей.

Заделка трещин штифтованием

Концы трещины засверливают сверлом диаметром 4...5 мм и вдоль трещины тем же сверлом просверливают отверстия на расстоянии 6...7 мм от нее (рисунок 3).

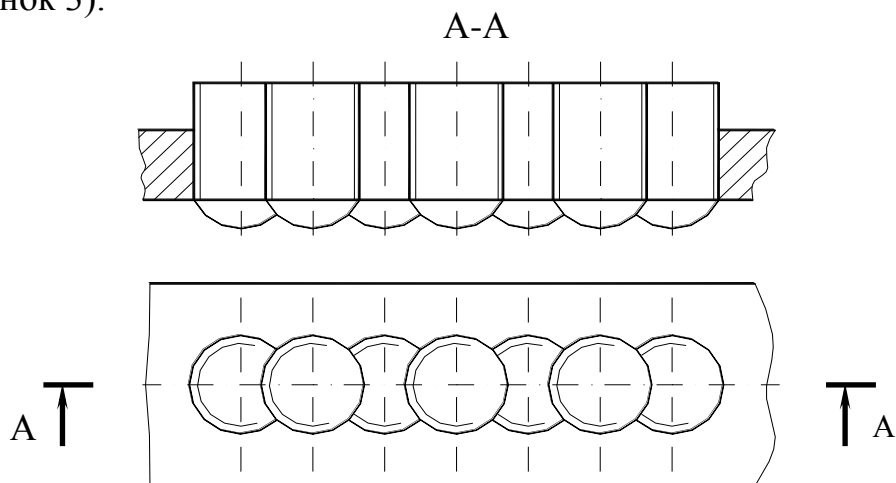


Рисунок 3 – Заделка трещин штифтованием

Во всех отверстиях нарезают резьбу, ввинчивают в них резьбовые штифты из мягкой стали или меди, которые должны выступать над поверхностью на 1...2 мм. Затем просверливают отверстия между штифтами с перекрытием их не менее чем на $\frac{1}{4}$ диаметра. В отверстиях также нарезают резьбу и ввинчивают в них штифты, которые обрубают заподлицо. Концы выступающих штифтов расчеканивают и опиливают.

Способ достаточно трудоемок, и, несмотря на кажущуюся простоту, требует достаточно высокой квалификации слесаря. Рекомендуется применять при заделке трещин длиной до 50 мм.

Постановка накладок (заплат)

Для предупреждения дальнейшего распространения трещины ее концы засверливают сверлом $\varnothing 4...5$ мм. Из низкоуглеродистой стали толщиной 4...5 мм, вырезают накладку, размеры которой должны не менее чем на 15 мм перекрывать границы трещины. По размерам накладки из листового свинца или картона вырезают прокладку.

На расстоянии 10 мм от края и 10...15 мм друг от друга по периметру в накладке и прокладке сверлят сквозные отверстия под винты М5 или

М6 с потайной головкой. По накладке в корпусе размечают и сверлят отверстия и нарезают резьбу М5 или М6. Накладку и прокладку смазывают суриком или клеем и прикрепляют винтами к корпусу. Края наклейки расчеканивают и опиливают. В производственных условиях под накладку часто устанавливают резиновую прокладку.

Способ отличается значительной трудоемкостью и сложностью). Не всегда удается достаточно точно подогнать накладку в связи с имеющимися на поверхности детали неровностями, а также при изгибах и изменениях толщин стенок. Так как прочность соединения невелика, способ пригоден лишь для восстановления герметичности.

1.2 Сварочные способы

Заварка трещин в корпусных деталях из серого чугуна представляет определенные трудности, обусловленные наличием графитовых включений, значительным содержанием углерода и кремния, низкой пластичностью и прочностью, высокой чувствительностью материала к нагреву и необратимых изменений объема его при нагревании.

В процессе сварки чугунных деталей возникают внутренние напряжения вследствие высокого местного нагрева и быстрого охлаждения. Результатом возникших напряжений может быть появление трещин по шву, а иногда в основном металле.

Основными факторами, затрудняющими сварку чугуна, являются:

- трещинообразование в околошовной зоне вследствие низких пластических свойств чугуна и возникновения внутренних остаточных напряжений;

- склонность чугуна к отбеливанию, высокая твердость отбеленных зон затрудняет механическую обработку и может привести к образованию трещин;

- появление пористости шва в результате выгорания углерода и образования газообразной окиси углерода;

- образование пленок окислов кремния и других металлов, имеющих более высокую температуру плавления, чем чугун;
- переход чугуна из твердого в жидкое состояние, минуя пластическое;
- разная скорость охлаждения изделия и вследствие этого неодинаковый химический состав и структура наплавленного слоя на разных участках изделия.

При сварке чугуна необходимо стремиться к получению неодинаковой твердости шва, переходной зоны и основного металла, для возможности последующей механической обработки.

Чугун сваривают дуговой сваркой металлическим или угольным электродом, газовой сваркой, порошковой проволокой и т.д.

Выбор способа и метода сварки зависит от требований, предъявляемых к полученному соединению.

Ручная дуговая сварка

При *холодной электродуговой сварке* детали не подогревают, поэтому применяют такие электроды, которые снижали бы до минимума отбел чугуна, закалку шва и возникновение внутренних напряжения. Подготовка чугунных деталей к сварке начинается с выявления границ трещины. Концы трещин засверливают сверлом диаметром 3...4 мм, поверхность вокруг трещины зачищают до металлического блеска. Характер и размеры разделки трещины зависят от ее толщины. Сварку ведут вразброс короткими швами 40...50 мм с промежуточным охлаждением до 330...340° С. Сваривать рекомендуется на низких режимах при силе тока 90...120 А на обратной полярности.

В качестве электродного материала, когда не требуется механическая обработка и не оговариваются прочность и плотность соединения, применяют стальные электроды: Св-08, Св-08А, УОНИ-13/55, ЦЧ-4, УЗТМ4-74, ОМЧ-1.

Метод отжигающих валиков

Чтобы предотвратить образование трещин при сварке стальными электродами в середине прошлого века Л.И. Витливым был предложен метод отжигающих валиков, позволяющий снизить твердость наплавленного металла и получить шов, поддающийся обработке.

При заварке трещин в тонкостенных деталях, где требуется высокая плотность сварного соединения, зону сварки зачищают и во избежание распространения трещины, отступая от конца ее на 10...12 мм, наплавляют участок до трещины поперечными швами, с последующим наложением на них отжигающих сварочных швов с промежуточным охлаждением (рисунок 4). Затем вдоль трещины отступая от нее на 1,5...2 мм наплавляют короткие подготовительные швы длиной не более 50 мм и на них накладывают отжигающие валики до тех пор, пока вдоль трещины с обеих сторон не образуется сплошной сварочный шов. Отдельные валики наплавляют с промежуточным охлаждением. После наплавки сплошных валиков их сваривают между собой.

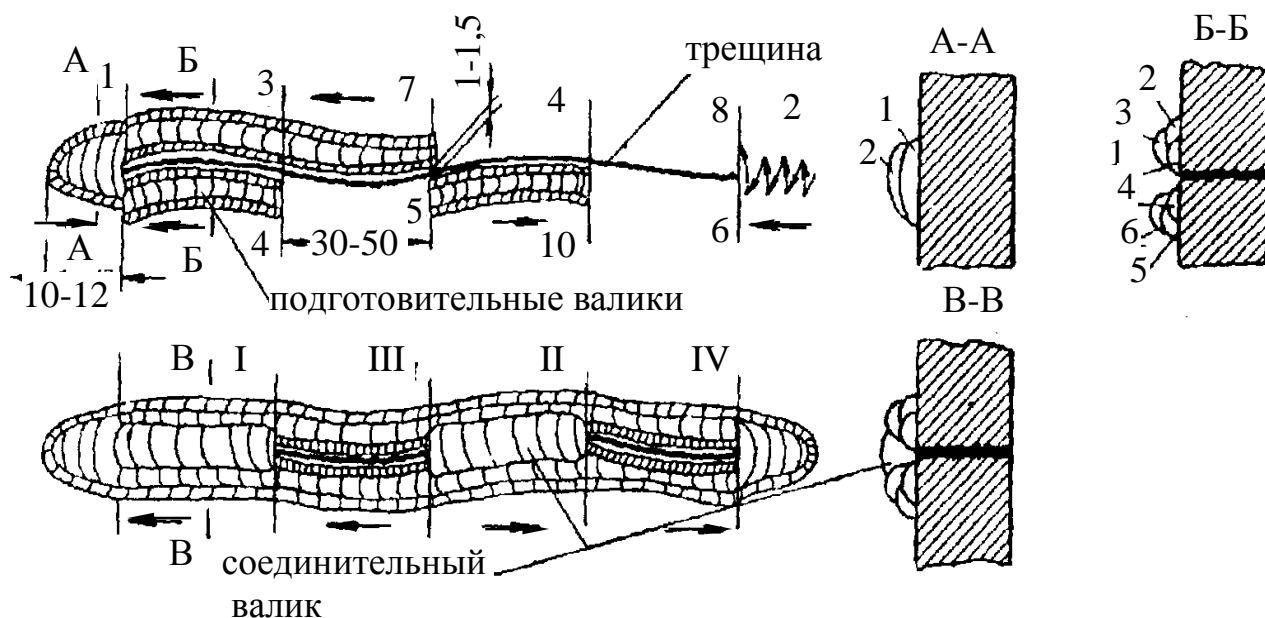


Рисунок 4 – Последовательность наложения сварных валиков при заварке трещины без предварительной разделки её в тонкой стенке детали методом отжигающих валиков: I, II, III и IV – участки сварки; 1 – 10 – последовательность наложения сварных швов

При восстановлении чугунных деталей со стенками более 12 мм, когда сварочный шов должен обеспечивать высокую прочность, после очистки зоны прилегающей к трещине, с кромок последней снимают фаски под углом 45°. Ширина разделки шва в нижней части должна быть 12...18 мм. Затем на одну из фасок наплавляют короткие валики длиной не более 50 мм, перекрывая каждый ранее наплавленный валик на 60...70 %.. Когда вся фаска будет покрыта подготовительными валиками, накладывают на них 2...3 слоя отжигающих валиков. Последовательность заварки трещины показана на рисунке 5.

Если трещина проходит через толстую необрабатываемую стенку детали и от сварного шва требуется особенно высокая прочность, после зачистки зоны сварки засверливают сверлом $\varnothing 4...6$ мм концы трещины и сверлят вдоль трещины, отступая от нее на 10...25 мм, ряд сквозных отверстий диаметром $\varnothing 4...6$ мм так, чтобы они были расположены друг против друга. Затем в отверстия вставляют штифты из малоуглеродистой стали и загибают их концы навстречу друг другу. Концы образовавшихся скоб сваривают между собой, а скобы обваривают подготовительными и отжигающими валиками с перерывами охлаждения. После обваривания всех скоб широкими двойными швами также с перерывами для охлаждения заваривают трещину при возможности с обеих сторон стенки детали. Если трещина выходит на обработанную поверхность, последнюю фрезеруют вдоль трещины на глубину 6...8 мм. После этого заполняют отжигающими валиками всю канавку на 2...3 мм выше образованной поверхности и удаляют излишний металл.

Способ сварки чугунных деталей с использованием отжигающих валиков является доступным для ремонтных предприятий, так как не требует специальных электродов.

Недостатками способа являются значительная трудоемкость разделки трещин и повышенный расход электродов (в 2...3 раза).

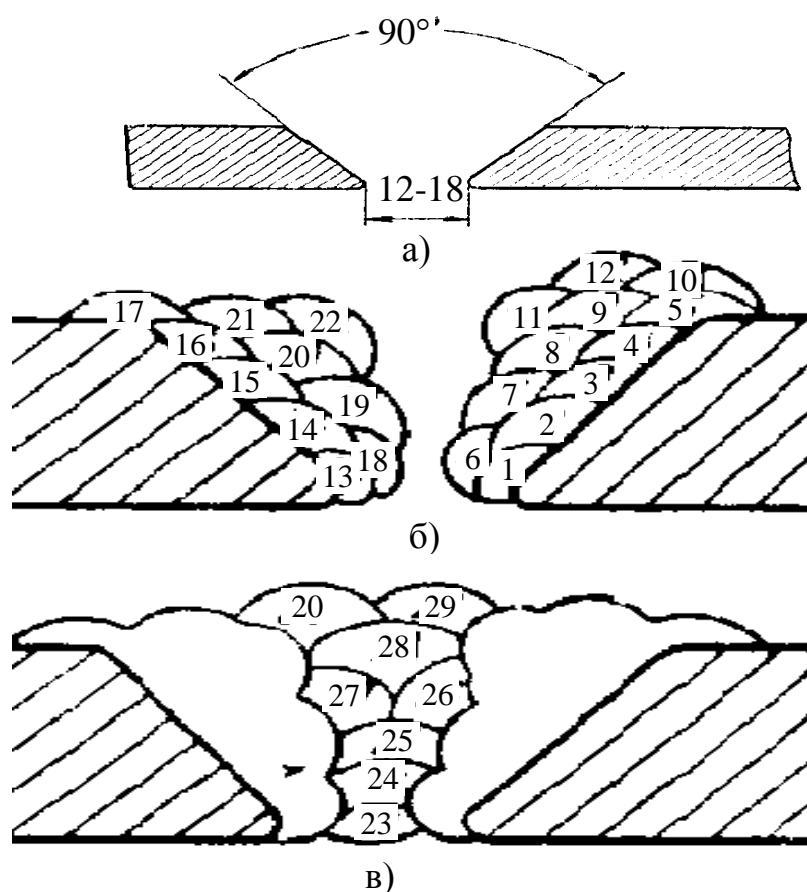


Рисунок 4 – Разделка трещины и последовательность наложения сварочных валиков при заварке трещины в толстостенной детали: а – схема разделки трещины; б – последовательность наварки валиков на кромки; в – последовательность наложения соединительных валиков

Заварка короткими участками поперек трещины

Способ, разработанной д.т.н., профессором Михальченковым А.М., заключается в следующем (рисунок 5).

Поверхность трещины зачищают до металлического блеска. Рядом с трещиной по обе стороны от нее на расстоянии 7...10 мм шлифовальным кругом разделяют канавку по всей длине трещины, которая служит упором при усадке шва и стягивает трещину. Глубина разделки 1,5...3 мм, ширина 3...5 мм. Заваривают короткими участками (20...50 мм) поперек трещины с заполнением металлом подготовленной разделки. Валики накладывают поочередно от краев трещины к середине, охлаждая каждый до температуры 40...60° С. Каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий на 1/3 ширины.

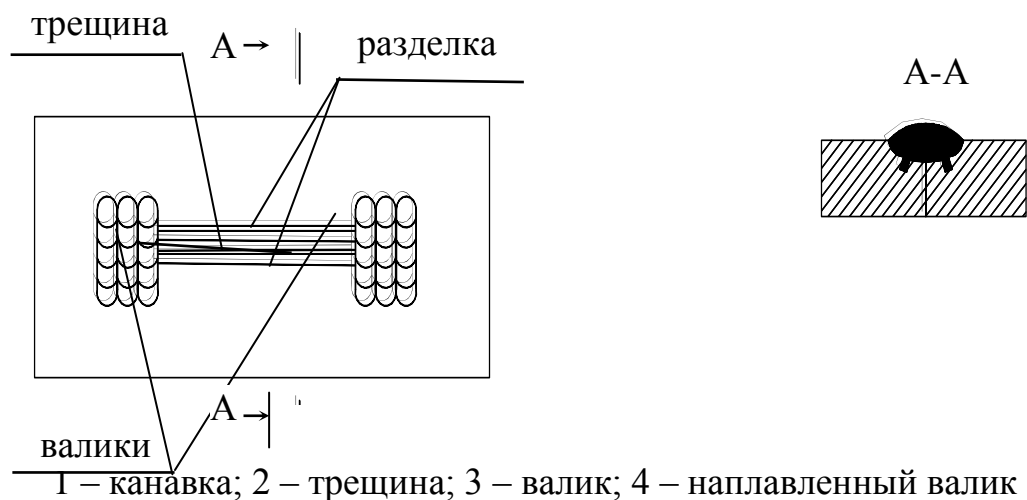


Рисунок 5 – Схема заварки трещины: а – подготовка трещины к заварке; б – заварка трещины

Сварку ведут проволокой ПАНЧ-11 диаметром 1,4 мм на обратной полярности. Режим сварки: сила тока 100...140 А; напряжение 14...18 В, скорость сварки 0,15...0,25 см/с.

Заварка трещин специальными электродами

При сварке чугуна применяют электроды на основе медно-железных (ОЗЧ-2), медно-никелевых (МНЧ-2), никелево-железных (ЦЧ-3А) и никелевых (ПАНЧ-11) сплавов (приложение А).

При сварке медно-никелевыми электродами получают легкообрабатываемый слой, так как медь и никель не растворяют углерод и не образуют с ним соединений. Величина и характер переходных зон при сварке электродами из цветных металлов существенно отличаются от величины и характера зон, образующихся при сварке стальными электродами. Основное различие состоит в отсутствии диффузии углерода из основного металла в шов.

Медно-железные электроды используют для заварки небольших трещин. Обрабатываемость сварного шва зависит от соотношения меди и железа в электроде. С увеличением содержания железа возрастает и количество углерода, диффундирующего из расплавленного чугуна, в результате чего увеличивается твердость металла шва. Электроды, состоящие из

80...95 % меди и 5...20 %, обеспечивает хорошую обрабатываемость металла шва и достаточную прочность сварного соединения (70...80 % от прочности основного металла). Применяют электроды диаметром 3, 4 и 5 мм. Силу тока регулируют из расчета 30...40 А на 1 мм диаметра. Чугун сваривают постоянным током (при обратной полярности) короткими участками (30...50 мм) в несколько слоев с проковкой каждого слоя.

Медно-железистые электроды не рекомендуются для проведения массовых сварочных работ, так как пары металла токсичны.

Медно-никелевые электроды (монель МНЧ-2) состоят из 27...30 % меди и 66...68 % никеля. Монель имеет температуру плавления 1260...1340° С и, благодаря никелю, хорошо сплавляется с чугуном. Однако этот сплав дает значительную усадку, что приводит к появлению высоких внутренних напряжений, способствующих образованию трещин. Наплавку ведут короткими валиками длиной 40...50 мм и сразу же после этого проковывают молотком. Прочность сварного соединения в этом случае не превышает 100 МПа. Сварку проводят постоянным током обратной полярности, величину которого устанавливают из расчета 40...50 А на 1 мм диаметра электрода, а при заварке тонких стенок детали (толщина 4...7 мм) – 35 А на 1 мм диаметра электрода. Высокая стоимость монеля, низкая прочность и плотность сварного шва ограничивают его применение при восстановлении деталей.

Стержнем электрода АНЧ-1 является аустенитная хромоникелевая проволока Св-07Х18Н9ТЮ, которую покрывают обмазкой толщиной до 0,75 мм, состоящей из: марганца 40 %, плавикового шпата 30 %, кварцевого песка 17 %, ферромарганца 5 %, ферросилиция 8 %. Сварку проводят постоянным током обратной полярности. Длина валиков 30...40 мм. Рекомендуется тщательная проковка шва. Эти электроды применяются для сварки толстостенных деталей машин.

При сварке электродами марок ЦЛ-11, НЖ-13 и ЭНТУ-3Б со стерж-

нем из нержавеющей стали сварные швы не стойки к образованию трещин, возможны поперечные растрескивания металла шва. Эти электроды пригодны для заварки так же неответственных деталей, когда не требуется механическая обработка шва.

Большое распространение получила самозащитная проволока на никелевой основе ПАНЧ-11, специально создана институтом электросварки им. Б.Е. Патона, для холодной сварки чугуна. Из-за содержания в своем составе большого количества никеля (50...90 %) в металле сварного шва полностью отсутствуют трещины, что обеспечивают сварному соединению высокую прочность, плотность и хорошо обрабатываются режущим инструментом.

Сварка чугуна порошковой проволокой

Полуавтоматический способ сварки чугуна порошковой проволокой ППЧ-1, ППЧ-2, ППЧ-3 разработан Институтом электросварки им. Патона. Проволоку изготавливают непрерывным скатыванием в трубку низкоуглеродистой, стальной ленты толщиной 0,6 мм с одновременным наполнением трубки порошком (смесь размолотых компонентов) и последующим волочением.

При сварке порошковой проволокой диаметром 2,8...3 мм используют шланговые полуавтоматы А-1135, А-765, А-1130, А-547. Сварку ведут в защитной среде углекислого газа, постоянным током обратной полярности. Для проволоки диаметром 3 мм рекомендуются следующие режимы сварки: сила тока 250...280А, напряжение дуги 28...32В, скорость подачи проволоки 2,1...2,7 м/мин, скорость сварки не более 0,08 м/мин.

Горячая сварка чугуна

Это вид сварки выполняется с предварительным подогревом изделия в нагревательных печах до температуры 600...650° С. Заварку трещин проводят в специальных термосах газовой сваркой чугунными прутками того же химического состава, что и детали, подвергающиеся восстановлению. К моменту окончания сварки температура деталей не должна быть ниже 400°

С. В данном случае при медленном охлаждении после сварки не происходит отбеливания чугуна и образования закалочных структур.

Высокая трудоемкость, большие энергозатраты и тяжелые условия работы сварщика, требующие соответственных практических навыков, ограничивают применение этого способа.

1.3 Применение полимерных материалов при заделке трещин

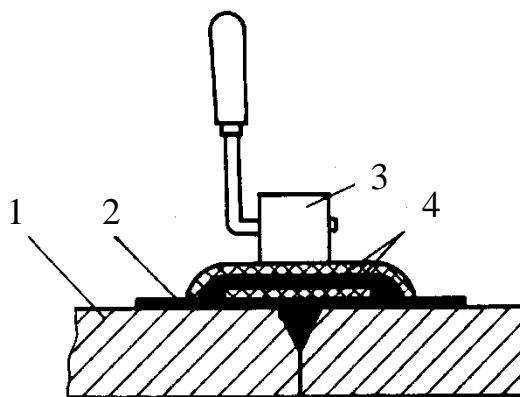
Наиболее часто при заделке трещин полимерными материалами применяют *композиции на основе эпоксидных смол*: ЭД-16, ЭД-14, ЭД-20, ЭД-22, следующего состава (в частях массы): эпоксидная смола – 100, дибутилфталат – 15, металлический порошок (стальной, чугунный, алюминиевый, в зависимости от материала стенки) – 160, полиэтиленполиамин – 7.

Композицию готовят следующим образом. Эпоксидную смолу разогревают в термошкафу или на водяной бане до температуры 60...80° С, отбирают необходимое количество её в ванночку и охлаждают до температуры 30...40° С. В отобранную смолу добавляют небольшими порциями пластификатор (дибутилфталат). Смесь тщательно перемешивают, небольшими порциями добавляют в неё металлический порошок и вновь тщательно перемешивают. Не более чем за 30 минут до использования в полученную смесь небольшими порциями добавляют отвердитель (полиэтиленполиамин) и тщательно перемешивают. Отверждение составов производят при комнатной температуре в течение 72 часов. При нагревании в термошкафу время отверждение составляет: при 40° С – 48 ч., при 60° С – 24 ч., при 80° С – 5 ч., при 100° С – 3ч.

Последовательность операций технологического процесса при заделке трещин эпоксидными композициями следующая. Вначале определяют границы трещины, накернивают и просверливают на её концах отверстия диаметром 2,5...3 мм. Снимают фаску под углом 60...70° вдоль трещины на глубину 2...3 мм (при толщине стенок детали свыше 5 мм). При толщине стенок детали менее 5 мм снимать фаску не рекомендуется.

Зачищают поверхность детали на расстоянии 40...50 мм по обе стороны трещины. Далее операции назначают в зависимости от размеров трещины. При наличии трещины длиной до 20 мм производят обезжиривание защищённых участков протиранием тампоном, смоченным ацетоном, и просушиванием в течение 8...10 минут. При горизонтальном расположении поверхности детали наносят на зачищенный участок состав. В трещине состав уплотняют шпателем. Производят отверждение состава. Зачищают подтёки и наплавы состава и проверяют качество заделки трещины осмотром через лупу 8...10-кратного увеличения. Покрытие не должно иметь трещин, пор, отставаний от поверхности детали.

Трещину длиной 120...150 мм заделывают так же, но после нанесения первого слоя эпоксидного состава на нее дополнительно накладывают стеклоткань с перекрытием трещины на 20...25 мм и прикатывают роликом. Затем вновь наносят слой эпоксидного состава, накладывают стеклоткань и прикатывают роликом (рисунок 6), после чего опять наносят эпоксидную композицию и отверждают.

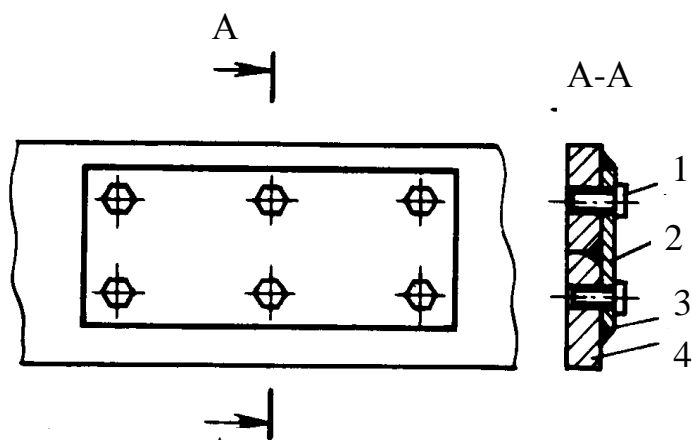


1 – деталь; 2 – эпоксидный состав; 3 – ролик; 4 – стеклоткань

Рисунок 6 – Устранение трещин длиной 20...150 мм:

Трещину длиной более 150 мм разделяют и подготавливают так же. Изготавливают стальную накладку толщиной 1.5...2 мм с перекрытием трещины на 40...50 мм, сверлят в ней отверстие диаметром 10 мм на расстоянии 50...70 мм друг от друга. По этим отверстиям накернивают и

сверлят отверстия в ремонтируемой детали и нарезают в них резьбу М8. Затем наносят на деталь и пластину эпоксидный состав, закрепляют накладку винтами и отверждают (рисунок 7).



1 – болт; 2 – стальная накладка; 3 – эпоксидный состав; 4 – деталь

Рисунок 7 – Устранение трещины длиной более 150 мм:

В последние годы для ремонта трещин в корпусных применяются *металлополимеры («холодная сварка»)* отечественного и зарубежного производства: «Реком–Б», «Реком–супер», «Титан», ABRO, ALTECO, Thortex, Metal-Tech EG, E. Wood, фирм Belzona, Devcon, Diamant, Chester Molecular, Лео, представляющие систему высококачественных двухосновных синтетических полимеров (эпоксидный клей-шпаклевку или силикон с упрочняющей добавкой стального порошка). Эти материалы устойчивы к агрессивным средам, сохраняет свои свойства до температуры 260° С, безотходны и просты в применении. После затвердевания допускается обработка на токарном станке, шлифование, сверление, нарезка резьбы, а также покраска. Возможно придание необходимой формы. Обладают достаточно хорошей адгезией с поверхностью, твёрдостью по Бринеллю – до 100 МПа, Время отверждения составов 5...6 ч. при температуре +20° С. Придельная механическая прочность обычно достигается через 24 ч. при +20° С.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 Изучить способы и особенности технологических процессов, применяемых при ремонте чугунных корпусных деталей с трещинами.

2 По заданию преподавателя разработать технологический процесс восстановления и оформить в виде маршрутной и операционных карт.

3 Согласно разработанной технологии произвести восстановление детали.

3 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Характеристика способов, применяемых в ремонтной практике при заделке трещин в корпусных деталях.

2. Маршрутная и операционная карты разрабатываемого технологического процесса заделки трещины (приложение А).

3. Выводы по проделанной работе

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Какие технологии ремонта корпусных деталей носят перспективный характер? Какие устарели?

2 Дайте характеристику слесарно-механическим способом устранения нарушений целостности.

3 Какие сложности существуют при заварке трещин в чугунных деталях? В чём заключаются особенности сварки чугунов?

4 Какие электроды являются предпочтительными при заварке чугунов? Перечислите и охарактеризуйте их.

5 Какие недостатки имеют способы заделки трещин эпоксидными компаундами и заварки?

6 Как готовят поверхности при заделке трещин?

7 Имеются ли перспективы у горячей заварки чугунных деталей?

8 Как повышают прочность стенок корпусных восстановлений?

5 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1 В стенке водяной рубашки блока цилиндра двигателя ЯМЗ-240Б обнаружена трещина длиной $l = 80$ мм. Предложите наиболее быстрый способ восстановления

- 1) фигурными вставками;
- 2) холодной сваркой;
- 3) горячей сваркой;
- 4) эпоксидными композициями.

2 Что способствует образованию трещин при восстановлении сваркой деталей из чугуна?

- 1) Интенсивное выгорание углерода.
- 2) Образование тугоплавких окислов.
- 3) Малая пластичность.
- 4) Высокая твердость.

3 Особенности сварки чугунных деталей является

- 1) металл не имеет площадки текучести при переходе из жидкого состояния в твердое
- 2) при переходе из жидкого состояния в твердое образуется пористость
- 3) на поверхности жидкого металла образуется оксидная пленка, которую необходимо разрушить или удалить
- 4) при обычных скоростях охлаждения (на воздухе) образуются твердые, труднообрабатываемые закалочные структуры
- 5) при нагреве до $400...500^{\circ}\text{C}$ металл теряет прочность

4 Что является основным фактором при выборе технологии заделки трещин полимерными материалами?

- 1) вид применяемого полимерного материала
- 2) размер дефекта
- 3) наличие необходимого технологического оборудования
- 4) расположение и форма дефекта

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Пучин, Е.А.** Технология ремонта машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.
- 2 **Курчаткин, В.В.** Надежность и ремонт машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов [и др.]; под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.
- 3 **Пучин, Е.А.** Практикум по ремонту машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолоС, 2009. – 327 с.
- 4 **Пантелеенко, Ф.И.** Восстановление деталей машин [Текст]: справочник / Ф.И. Пантелеев, В.П. Лялякин, В.П. Иванов [и др.]; под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
- 5 **Тюрева А.А.** Восстановление типовых поверхностей и деталей сельскохозяйственной техники [Текст]: учебное пособие / А.А. Тюрева, И.В. Козарез. – Брянск.: Изд-во Брянской ГСХА, 2013. – 151 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Варианты заданий

Разработать и оформить технологический процесс восстановления детали, имеющую трещину (задание выдает преподаватель):

- длиной 50 мм на стенке водяной рубашки блока цилиндров;
- длиной 130 мм на стенке водяной рубашки блока цилиндров;
- длиной 150 мм на стенке водяной рубашки блока цилиндров;
- выходящая на привалочную плоскости блока цилиндров;
- между верхних перемычек цилиндров;
- в корпусе коробки перемены передач, не выходящая на отверстия;
- корпуса муфты сцепления, не выходящая на отверстия;
- корпуса водяного насоса, не выходящая на отверстия;
- межклапанных перемычек головки блока цилиндров;
- маслопроводящей полости блока цилиндра

ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Цель работы. Изучить и практически освоить основные методы ремонта деталей машин, изготовленных из алюминиевых сплавов.

Оборудование. Установка УДГ-301 или УДГ-501, устройство для поджига дуги УПД-1, пневмошлифовальная машинка ИП-2009А, горелка «Град-400», аргон, электроды ОЗА-2, присадочный пруток СВ-АК5, раствор 20 % азотной кислоты, металлическая щетка, ветошь.

1 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Аргонодуговая сварка и наплавка

Блоки и головки цилиндров, крышки распределительных шестерен, картеры, поршни изготавливают из алюминиевых сплавов АЛ-4Т1, АЛ-4Т6, АЛ-9, АЛ-10. Алюминий и его сплавы имеют низкую температуру плавления – 659° С, но будучи химически активными и соединяются с кислородом и образуют на поверхности детали пленку из окисей алюминия, являющуюся неэлектропроводной, химически стойкой, тугоплавкой ($t_{пл} = 2160^{\circ} \text{C}$), и более прочной, по сравнению с алюминием. Попадая в расплавленную ванну, окись алюминия в виде твердых частиц оседает вниз, препятствуя сплавлению наплавленного металла с основным. Окисную пленку обычно удаляют механическим и химическим путями. Для разрушения и удаления пленки и защиты металла от повторного окисления используют флюсы и специальные электродные покрытия.

Основными методами устранения повреждений деталей из алюминиевых сплавов являются: аргонодуговая и электродуговая сварка; металлизация; применение полимерные материалы. Самым прогрессивным, надежным, обеспечивающим высокое качество сварного соединения и

нашедшим широкое внедрение в ремонтном производстве является аргонодуговая сварка неплавящимся электродом.

Дуга разрушает поверхностную окисную пленку, а инертный газ – аргон предохраняет расплавленный и присадочный металлы от окисления. При сварке используют осушенный от влаги аргон высшего сорта марки А, поставляемый в баллонах, окрашенных в серый цвет, с надписью и полосой зеленого цвета.

Защитное действие аргона относительно простое. Он оттесняет от зоны горения дуги азот и кислород воздуха и обеспечивает выделение газов из расплава при незначительном растворении самого защитного газа в расплавленном металле.

При аргонодуговой сварке дуга горит между деталью и вольфрамовым электродом. Для сварки используют электроды ВЛ-10, ВА-1А, ВП-1, ВТ-15 и др., диаметром в основном 3...6 мм. В зону горения дуги под давлением подается аргон. Расход аргона обычно составляет 5...12 л/мин.

Для ремонта алюминиевых деталей ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом используют стационарные установки переменного тока «Удар-500», УДГ-301, УДГ-501. В установках УДГ-301 сварочный ток регулируется от 15 до 315 А в трех диапазонах: 15...25, 20...100 и 100...315 А. Характеристики установок УДГ-301, 501 приведены в таблице 1 приложения А.

При аргонодуговой сварке используются горелки с водяным охлаждением «Град-200» и «Град-400». Первая применяется для сварки при силе тока до 200 А, вторая – до 400 А. При токе до 200 А используются горелки с естественным охлаждением АР-3 и АР-10. Характеристики головок представлены в таблице 2 приложения А.

Защитный газ в установках УДГ-301, УДГ-501, Удар-500 подается автоматически с помощью электромагнитного клапана. Источником питания служит сварочный трансформатор с дросселем насыщения. Для измерения расхода защитного газа применяют расходомеры РС-3, РС-5, РКС-

6,5, РКС-13, у которых пределы измерения по воздуху в одну минуту соответственно составляют 1,7...10,5; 3,3...16,7; 10,5...66,7; 3,3...34,4; 8,3...105 л/мин.

Получение качественных сварных соединений во многом обеспечивается хорошей очисткой как детали, так и электродной проволоки. Очистку деталей выполняют в растворах моющих средств МС-8 с концентрацией 20 г/л и температурой 75...80° С. От нагара, накипи и коррозии детали очищают косточковой крошкой, флюсом или термической обработкой.

Бухты сварочной проволоки протирают древесными опилками, ветошью и промывают горячей водой. Затем сварочную проволоку и детали подвергают травлению в течение 5...8 мин при температуре 60...70° С в ванне следующего состава: тринатрийфосфат 35...50, углекислый натрий 35...50, жидкое стекло 35...55 г/л. Осветление сварочной проволоки проводят в 20 % растворе азотной кислоты. Детали и сварочную проволоку после осветления промывают горячей, а затем холодной водой и сушат на воздухе.

Сварочные и наплавочные работы после подготовки детали и проволоки выполняют обычно не позднее 2...3 часов (допускается в течение 16 часов). Проволоку, не использованную в указанное время, можно без дополнительного обезжиривания вновь подвергнуть химической обработке и пускать в производство. Разрешается не более чем двукратная химическая очистка сварочной проволоки.

В качестве присадочного материала при ремонте используется проволока, получившая наибольшее распространение, Св-АК5 и реже Св-АК10 (таблица 1) диаметром 4...5 мм.

Эти присадочные проволоки обычно используются для заварки стенок средней толщины 5...10 мм. Если же выполняют заварку толстых стенок 10...25 мм и более, то в качестве присадочного материала следует использовать прутки, отлитые из алюминиевых сплавов.

Таблица 1 – Присадочная проволока для сварки и наплавки алюминия и его сплавов

При- садоч- ная про- волока	Основные компоненты									Сва- рива- емый металл
	Al	Mg	Mn	Fe	Si	Ti	Be	Zn	сумма при- месей	
Св-А97	99,97								0,03	АД100, АД0, АД1
Св- А85Т							0,2-0,5			0,08
Св-А5	99,5			0,3- 0,35	0,1- 0,25				0,5	
Св- АМц			1,0-1,5	0,3-0,5	0,2-0,4				1,35	АМц
Св- АМг3		3,2-3,8	0,3-0,6	0,5	0,5-0,8				0,85	АМг2, АМг3
Св- АМг4		4,0-4,8	0,5-0,8		0,25	0,5- 0,15			1,15	То же
Св- АМг5		4,8-5,8	0,5-0,8	0,4	0,25	0,1-0,2			1,4	АМг4, АМг5
Св- 1557		4,5-5,5	0,2-0,5	0,3		0,07- 0,15	0,002- 0,005	0,2- 0,35	0,6	
Св- АМг6		5,8-6,8	0,5-0,8						1,2	
Св- АМг63		5,8-6,8	0,5-0,8	0,4				0,15- 0,35	1,2	АМг6
Св- АМг61	-	5,5-6,5	0,8-1,1	0,4			0,0001- 0,0003	0,002- 0,12	0,15	АМг6
Св- АК5				0,6	4,5-6,0	0,1-0,2			1,0	АД31, АД33, АВ, АЛ2, АЛ4, АЛ6
Св- АК10		5,5-6,5		0,6	7,0- 10,0				1,1	В92
Св- 1201		6,0-6,8	0,2-0,4	0,15	0,5- 0,15	0,1-0,2	0,0001- 0,0008	0,1- 0,25	0,3	

В целях обеспечения надежности, снижения деформаций и риска образования трещин рекомендуют предварительно подогревать детали до 250...280° С. Особенно это важно при ремонте корпусных деталей из алю-

миниевых сплавов при толщине ремонтируемых стенок более 25 мм, либо когда они выполнены с резкими переходами. Подогрев деталей можно выполнять как местный, так и общий.

Диаметр электрода и присадочной проволоки, а также силу тока, выбирают в зависимости от толщины стенок свариваемой детали (таблица 2).

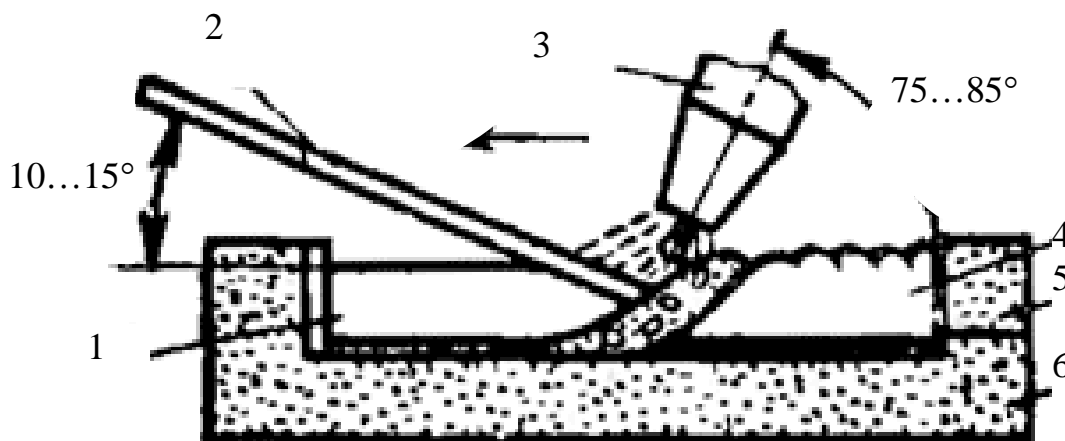
Таблица 2 – Режимы аргонодуговой сварки

Параметры	Толщина стенки, мм				
	2...4	5...6	7...8	9...10	1...15
Диаметр вольфрамового электрода и присадочной проволоки, мм	3...4	4...5	5...6	5...6	6...7
Сила тока, А	150...190	170...230	200...260	240...300	300...400

Возбуждение дуги и разогрев электрода осуществляют на графитовой пластине, которую кладут рядом с изношенной деталью. О готовности электрода к сварке свидетельствует образование расплавленного шарика на его конце. В дальнейшем на протяжении всей сварки до обрыва дуги электрод должен сохранять такую форму и состояние. К месту сварки горелку необходимо переводить быстрым движением. Не следует прикасаться раскаленным вольфрамовым электродом к металлу, так как это приводит к загрязнению вольфрама, нарушению устойчивости дуги, ухудшению формирования шва. Для получения хорошего соединения основного и присадочного металла после перевода электрода на деталь необходимо сделать небольшую выдержку до образования сварочной ванны с чистой поверхностью. Если же поверхность сварочной ванны имеет матовый оттенок, а вокруг нее откладывается копоть, то необходимо отрегулировать подачу аргона.

На формирование шва оказывает влияние расположение электрода и присадочной проволоки по отношению друг к другу и к поверхности сварки. Угол между вольфрамовым электродом и присадочной проволокой должен соответствовать 90°. Угол между вольфрамовым электродом и по-

верхностью сварки в зависимости от толщины наплавляемой стенки детали и необходимой глубины провара составляет $40...80^\circ$. Глубину провара регулируют изменением силы тока. При сварке деталей с толщиной стенки $4...9$ мм горелку и присадочную проволоку размещают, как показано на рисунке 1.



1 – шина; 2 – присадочный пруток; 3 – горелка; 4 – сварочный шов; 5 – формирующий брусок; 6 – подкладка

Рисунок 1 – Расположение горелки и присадочной проволоки при ручной аргонодуговой сварке

Длина дуги должна быть стабильной на протяжении всей сварки и поддерживаться на расстоянии $3...5$ мм от поверхности сварочной ванны. При увеличении этого расстояния может уменьшиться тепловая мощность дуги и увеличиться зона расплавления, что повлечет снижение производительности процесса и качества наплавленной детали. Для хорошего сплавления присадочного металла конец проволоки необходимо подводить к дуге на расстояние $2...4$ мм. При обратном движении от сварочной ванны конец прутка не следует выводить из зоны газовой защиты дуги. Диаметр отверстия сопла горелки должен соответствовать диаметру вольфрамового электрода (таблица 3).

Таблица 3

Диаметр вольфрамового электрода, мм	1,5...2	2,5...3	4...5	6...7
Диаметр сопла горелки, мм	5...7	7...9	9...12	12...15

Объем наплавленного металла зависит от диаметра присадочной проволоки и частоты ее поступательных движений. Чем больше диаметр проволоки и чем чаще она подается в сварочную ванну, тем больше объем наплавленного металла.

По окончании сварки прекращают подачу присадочной проволоки, теплом дуги выравнивают кратер и, увеличив наклон горелки, обрывают дугу. Подача аргона прекращается автоматически. При нормально установленных режимах и правильной технике сварки шов должен быть слегка выпуклым и возвышаться над основным металлом на 2...3 мм. Поверхность шва должна быть светлой с четкой мелкой чешуйчатостью.

Аргонодуговая сварка и наплавка обеспечивают: легкость сварки за счет хорошей ионизации сварочной дуги; высокое качество шва без пор и раковин; герметичность и прочность сварного соединения; максимальное сохранение химического состава наплавленного металла; небольшую зону термического влияния; меньшее коробление детали, чем при других видах сварки; высокую производительность процесса (в 3...4 раза выше, чем при ацетилено-кислородной газовой сварке); пониженную интенсивность излучения дуги в 4...8 раз меньше, чем при обычной дуговой сварке, так как аргон задерживает ультрафиолетовые лучи; возможность сварки тонкостенных и толстостенных конструкций, нержавеющей стали и жаропрочных сплавов. К недостаткам способа следует отнести дефицитность аргона и высокую стоимость процесса – в 3 раза дороже, чем при газовой сварке.

1.2 Ремонт корпусных деталей, изготовленных из алюминиевых сплавов

1.2.1 Аргонодуговая сварка и наплавка

Для деталей из алюминиевых сплавов является характерным, что подавляющее большинство их дефектов (до 70 %) устраняют аргонодуговой наплавкой и сваркой. Например, все дефекты блоков цилиндров ЗМЗ-53 устраняют именно этими способами.

Основными дефектами блоков цилиндров двигателей ЗМЗ-53, являются: трещины стенок (17 %) и кронштейна картера (13 %), проворот коренных вкладышей (10 %), деформация и износ поверхностей опор коленчатого (87 %) и распределительного (68 %) валов, дефекты резьбовых соединений (88 %).

Головки цилиндров ЗИЛ-130 имеют следующие основные дефекты: коррозия отверстий водяных полостей (48 %), коробление плоскости прилегания к блоку цилиндров (45 %), уменьшение высоты головок (уменьшение камер сгорания – 15 %), увеличение диаметров отверстий под седла впускных и выпускных клапанов (12 %), увеличение диаметра отверстий втулок клапанов (90 %), износ поверхностей под свечи (6 %); выработка, раковины, риски, трещины на седлах клапанов (96 %); дефекты резьбовых соединений (86 %), местный износ поверхностей под гайки крепления головки к блоку (15 %). Головки цилиндров с разрушениями посадочных мест под седла и перемычек между ними или трещинами на стенках камер сгорания выбраковывают.

Трещины на стенках; обломы коренных опор, поверхностей под стартер и бобышек; сколы приливов; дефекты резьбовых отверстий, коррозионно-кавитационное разрушение стенок и отверстий перед наплавкой или сваркой разделяются фрезерованием. При обломах и коррозионно-кавитационных разрушениях места под заварку фрезеруют до придания им правильной геометрической формы и до полного выведения следов коррозии. Стенки под сварку разделяются на 2/3 их толщины под углом 70...90°. Тонкостенные детали разделке не подвергают. Концы трещин в деталях из алюминиевых сплавов не засверливают. Разделку трещин на стенках деталей можно выполнять пневмошлифовальными машинами ШМ-25-50, ИП-2009А или ИП-3103. Изношенные поверхности коренных опор, посадочных мест под гильзы и втулки распределительного вала наплавляют без предварительной механической обработки и разделки, ограничиваясь лишь их зачисткой.

Наплавку и заварку ведут с припуском на обработку 2...3 мм. Сварные швы на свободных поверхностях обычно не обрабатывают.

Изношенные резьбовые отверстия заправляют полностью и затем по кондуктору сверлят отверстия и нарезают резьбу номинального размера. (иногда применяют постановку резьбовых спиральных вставок или ввертышей).

Облом кронштейна стартера, а также износом самого посадочного места под стартер, целесообразно устранять приваривая специально отлитую дополнительную деталь после удаления (расточки) обломанного кронштейна. Аналогичным образом с помощью приварки дополнительных деталей ремонтируют обломы лап.

Устранение дефектов на деталях из алюминиевых сплавов ведут таким образом, чтобы наплавляемая поверхность находилась в горизонтальном положении. Заварку деталей выполняют на стендах (ОР-12065 для блоков цилиндров ЗМЗ-53). В таблице 4 приведены режимы технологического процесса ремонта блоков и головок цилиндров двигателя ЗМЗ-53.

Таблица 4 – Режимы заварки блоков и головок цилиндров двигателей ЗМЗ-53 аргонодуговой сваркой и наплавкой неплавящимся электродом

Устраняемый дефект	Сила тока, А	Напряжение, В	Расход аргона, л/мин
БЛОК ЦИЛИНДРОВ			
Заварка трещин и пробоин	150...180	20...22	10...12
Наплавка сколов	160...180	20...22	5...7
Наплавка коренных опор	180...220	20...40	10...12
ГОЛОВКА ЦИЛИНДРОВ			
Наплавка всей поверхности, сопрягаемой с блоком	160...180	20...22	6...8
Заварка трещин на поверхности, сопрягаемой с блоком, стенках водяной рубашки	160...180	20...22	6...8
Наплавка опорных поверхностей под свечи	160...180	20...22	6...8

Перед заваркой водоподводящих и водоотводящих отверстий в деталях в них устанавливают кольцевые вставки, изготовленные из листовой стали толщиной 1...1,5 мм. Установив и выставив в разделанных отверстиях вставки, заправляют пространство между стенкой отверстия и вставкой.

Для алюминиевых блоков цилиндров, прошедших заварку, рекомендуется производить отпуск при 200° С в течение одного часа в печи СКС-8.55-4/3-62 для снятия внутренних напряжений.

1.2.2 Газотермическое напыление (Электродуговая металлизация)

Привалочные плоскости головок цилиндров ремонтируют электродуговой металлизацией. Для чего используют комплект дуговой металлизации КДМ-2, электрометаллизаторы ЭМ-12, ЭМ-14, ЭМ-14М, ЭМ-15, источники питания ПСГ-500, ПСУ-500, ВДГ-301 и др. Технология нанесения покрытия складывается из подготовки поверхности, нанесения покрытия и при необходимости последующей обработки.

Подготовка поверхности преследует цель удалить загрязнения и окисную пленку, а также придать поверхности необходимую шероховатость. Качественное покрытие получается при шероховатости 20...25 мкм. Применяют следующие способы подготовки поверхности: безстружковую подготовку (насечка, накатка, рифление); нарезка резцом рваной резьбы глубиной 0,7...1,7 мм на фрезерном станке. Режимы нанесения покрытия:

- ток, А..... до 300;
- напряжение, В 28...35;
- давление сжатого воздуха, Мпа 0,4...0,6;
- расстояние металлизации, мм 80...100;
- продолжительность операции, мин. 8...10;
- производительность 25 головок за смену.

Электродуговой металлизацией наращивают металл на привалочные плоскости головок цилиндров до 4...5 мм. После металлизации головки

фрезеруют на станке 6М12П с использованием приспособления Пр1224. Затем выполняют необходимые сверлильные работы, зенкуют фаски установочных отверстий на глубину 2...3 мм и под шпильки, используя вертикально-сверлильный станок 2Н135 и зенковку.

1.2.3 Электродуговая сварка

Для восстановления деталей из алюминиевых сплавов с удовлетворительным качеством применяется ручная электродуговая сварка. Электросварку осуществляют на постоянном токе обратной полярности с использованием электрода ОЗА-2 (таблица 5).

Таблица 5 – Режимы ручной электродуговой сварки алюминиевых сплавов электродом ОЗА-2

Толщина металла, мм	Диаметр электрода, мм	Длина дуги, мм	Сила тока, А
4...6	5	4...5	140...170
7...9	5	4...5	160...210
10...13	6	5...7	190...250

Примечание – Скорость сварки 4...6 мм/мин.

Отсыревшие электроды перед употреблением прокаливают при 200...230° С в течение 1...1,5 ч. Режимы электродуговой сварки зависят в основном от толщины свариваемого материала и берутся согласно данным таблице 5. В ряде случаев для улучшения качества шва электродуговую сварку ведут с применением флюсов.

В процессе сварки выделяется сварочный аэрозоль, состоящий из смеси газов и паров металлических соединений алюминия. Для его удаления рабочее место оборудуют местной вентиляцией. Согласно санитарным нормам, содержание газов в воздухе рабочей зоны не должно превышать: хлора – 0,01; фтористого водорода – 0,001; окиси углерода – 0,15; окиси азота – 0,005 мг/л.

1.2.4 Применение полимерных материалов

Для устранения некоторых повреждений в деталях из алюминиевых сплавов применяют полимерные материалы – композиции на основе эпоксидных смол ЭД-6, 5, 16, 20, 40. Поскольку коэффициенты расширения эпоксидных компаундов значительно меньше коэффициентов расширения алюминиевых сплавов, то при температурах 120...130° С покрытия разрушаются. Применять эпоксидные составы для ремонта алюминиевых сплавов следует лишь на тех участках, рабочая температура которых не превышает 100...110° С.

В последнее время расширилось применение металлополимеров («Реком-Супер», «Реком-Б») с адгезией до 35 МПа. Эти композиты обеспечивают работоспособность деталей, если температура отремонтированных ими поверхностей не превышает 150° С.

2 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1 Характеристика дефектов блоков и головок цилиндров, изготовленных из алюминиевых сплавов.

2 Конструкция и принцип установки для наплавки и сварки деталей в среде аргона УДГ-301.

3 Маршрутная карта технологического процесса восстановления головки цилиндров (блока цилиндров) аргонодуговой сваркой (наплавкой).

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Способы восстановления, применяемые при ремонта деталей, изготовленных из алюминиевых сплавов.

2 В чем заключаются механическое и химическое воздействия аргона, как защитного газа?

3 Какие электроды и сварочные горелки используются при заварке деталей из алюминиевых сплавов. Почему есть горелки с водяным и естественным охлаждением?

4 Какой ток используется при сварке в среде аргона? То же при сварке электродом ОЗА-2? Какая полярность необходима при сварке алюминиевых деталей электродом ОЗА-2?

5 В каких случаях требуется (не требуется) подогрев деталей из алюминиевых сплавов перед сваркой? С какой целью?

6 В чем трудности и особенности сварки алюминиевых деталей?

7 Что относится к режимам сварки в среде аргона? Какие присадочные материалы обычно используются при этом?

8 Как можно подготовить поверхность детали из алюминиевых сплавов под сварку? А присадочную проволоку или электроды ОЗА-2?

9 Как возбуждают дугу при сварке в среде аргона?

10 Можно ли использовать эпоксидные композиции при ремонте деталей из алюминиевых сплавов?

5 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Основным назначением аргона при аргонно-дуговой сварке алюминиевых деталей является

- 1) разрушение оксидной пленки
- 2) защита расплавленного металла от окисления
- 3) обеспечение расплавленного металла легирующими добавками
- 4) охлаждение детали

2. Основным назначением флюса при газовой сварке деталей из алюминиевых сплавов является

- 1) защита расплавленного металла от окружающей среды
- 2) разрушение оксидной пленки
- 3) обеспечение расплавленного металла легирующими добавками
- 4) уменьшение скорости охлаждения детали

3. Основные особенности сварки алюминиевых деталей

- 1) на поверхности жидкого металла образуется оксидная пленка, которую необходимо разрушить или удалить
- 2) при нагреве до 400...500° С металл теряет прочность
- 3) при обычных скоростях охлаждения (на воздухе) образуются твердые, труднообрабатываемые закалочные структуры
- 4) при переходе из жидкого состояния в твердое образуется пористость

4. В качестве горючих газов при газовой сварке используется

- | | |
|-------------|-------------------|
| 1) аргон | 4) капиллярного |
| 2) азот | 5) природный газ |
| 3) ацетилен | 6) углекислый газ |

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Пучин, Е.А.** Технология ремонта машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.
- 2 **Курчаткин, В.В.** Надежность и ремонт машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов [и др.]; под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.
- 3 **Пучин, Е.А.** Практикум по ремонту машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолоС, 2009. – 327 с.
- 4 **Пантелеенко, Ф.И.** Восстановление деталей машин [Текст]: справочник / Ф.И. Пантелеев, В.П. Лялякин, В.П. Иванов [и др.]; под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
- 5 **Тюрева А.А.** Восстановление типовых поверхностей и деталей сельскохозяйственной техники [Текст]: учебное пособие / А.А. Тюрева, И.В. Козарез. – Брянск.: Изд-во Брянской ГСХА, 2013. – 151 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 – Характеристики установок для аргодуговой сварки и наплавки

Параметры	УДГ-301	УДГ-501
Потребляемая мощность, кВт	23	28
Напряжение питания, В	220 или 380	380
Частота тока, Гц	50	
Род сварочного тока	переменный	
Напряжение холостого хода, В	75	
Напряжение дуги, В	20...40	
Номинальный сварочный ток, А	315	500
Режим работы, ПВ %	60	
Длительность цикла сварки, мин	10	
Пределы регулирования сварочного тока, А	15...315	40...500
Диаметр применяемых электродов, мм	0,8...6	2...10

Таблица 2 – Характеристики горелок для аргодуговой сварки

Тип горелки	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Допустимый ток, А
Удар-300 (малая)	2...4	200
Удар-300 (большая)	3...6	400
Град-200	2...4	250
Град-400	3...7	400
АР-10 №1	1...3	120
АР- 10 №2	2...4	200
АР- 10 №3	3...8	400
Безвольфрамовая горелка ВАЗа		350

РЕМОНТ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ¹

Цель работы. Изучить дефекты распределительных валов и технологический процесс восстановления.

Применяемое оборудование, материалы, инструмент. Мостик с центрами с лимбом на 360°; распределительный вал; микрометр, стойка с индикатором часового типа.

1 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Распределительный вал в двигателе внутреннего сгорания управляет и регулирует процессом газораспределения посредством открытия и закрытия клапанов, которое осуществляется благодаря кулачкам, выполненным на валу.

Распределительные валы могут иметь следующие *дефекты*: износ кулачков; трещины или сколы кулачков; изгиб вала; износ поверхности опорных шеек; износ посадочного места под шестерню; износ шпоночного паза; износ отверстий под болты крепления шестерни; износ резьбы.

Для обеспечения безударной работы газораспределительного механизма необходима высокая точность обработки кулачков. Поскольку в процессе эксплуатации довольно часто встречаются случаи износа кулачков распределительного вала, то ремонт кулачков (восстановлении их профиля) является довольно сложной задачей.

Профили кулачков у разных двигателей различные и зависят от конструкции элементов привода клапанов, места расположения распределительного вала, максимальной частоты вращения и степени форсирования двигателя.

Сопрягаемым элементом с кулачком распределительного вала, является толкатель, который в процессе работы испытывает ускорения и замедления. Ускорения толкателя могут быть произвольными. Но чем боль-

* Работа разработана совместно с к.т.н., доцентом Бардадыном Н.А.

ше частота вращения, тем больше ускорения и тем больше нагрузки на детали, и в особенности на клапан. При значительной величине ускорений клапан перестаёт отслеживать движение толкателя (профиля кулачка), что приводит к возникновению ударов, и как следствие к поломкам деталей механизма или их ускоренным износам. Профиль кулачка, помимо ускорения, определяет и скорость движения клапана. Особенно важна скорость клапана в момент посадки на седло – чем она меньше, тем меньше износ фаски и седла клапана.

Ужесточение требований к двигателям привело к разработке профилей кулачков и конструкций приводов распределительного вала и клапанов, обеспечивающих повышение мощности, долговечности и снижение шума двигателя. Повышение мощности двигателя, как правило, в большинстве случаев связано с увеличением наполнения цилиндров. Так, например, при одинаковой длительности фазы впуска, наполнение цилиндра улучшится, если клапан будет быстрее открываться и закрываться. Однако подобного рода ускорения вызывают большие нагрузки на детали, что приводит к увеличению шумности работы механизма и снижению его долговечности. Кроме того, на высоких частотах вращения, характерных для современных двигателей, на усилия в деталях распределительного механизма влияют их упругие деформации. Указанные факторы учитываются при профилировании кулачков распределительного вала.

Наибольшее распространение получили безударные профили, обеспечивающие плавное изменение ускорений при открытии клапана. Встречаются также распределительные валы с несимметричными кулачками, позволяющие исключить отрыв толкателя от кулачка при высоких частотах вращения на нисходящей стороне кулачка (за счёт уменьшения ускорения толкателя и клапана).

На поверхности кулачка при нажатии на толкатель реализуются большие удельные нагрузки (давления). Поэтому, с целью обеспечения необходимой долговечности, распределительные валы автотракторных дви-

гателей изготавливают из стали 40 и 45 или из высокопрочного чугуна, легированного хромом, никелем и молибденом (ЗИЛТребуемая твердость поверхности достигается термической обработкой («улучшением») или закалкой токами высокой частоты (ТВЧ), обеспечивающих вязкость сердцевины вала. После термической обработки кулачки и опорные шейки шлифуют и полируют.

Причины, приводящие к нарушению работоспособности газораспределительного механизма и распределительного вала, связаны с тяжёлыми условиями работы. Частота открытия и закрытия каждого клапана газораспределительного механизма более 30 раз в секунду. Причём на этот процесс задано точно определенное время, составляющее доли секунды, так как любое запаздывание или опережение по отношению к диаграмме фаз приводит к отрицательным последствиям. При изнашивании поверхностей кулачков распределительного вала, зазор увеличивается, а продолжительность фаз сокращается. В таком случае ухудшается наполнение цилиндров, двигатель не развивает полной мощности и работает неэкономично, при этом отчётливо прослушиваются стуки.

На диаграмме «время-сечение» (рисунок 1) показано влияние износа кулачка на работу клапана. При максимальном износе кулачка по высоте, равной 1,6 мм, площадь диаграммы уменьшается на величину заштрихованной части, мощность двигателя снижается на 5...6 %.

Размеры кулачков распределительных валов двигателей должны соответствовать данным, приведенным в таблицах 1, 2, 3 (приложение А). Овальность и конусность шеек на должны превышать 0,03 мм. Биение средней шейки распределительного вала, нормальное и допустимое после шлифования, должно соответствовать данным, приведенным в таблице 3 (приложение А). Шероховатость поверхностей кулачков и шеек распределительных валов должна быть в пределах $R_a = 0,16...0,32$ мкм. На кулачках и шейках не должно быть рисок, забоин, вмятин, заусенцев, гранёности, волнистости, впадин, трещин, раковин и следов коррозии.

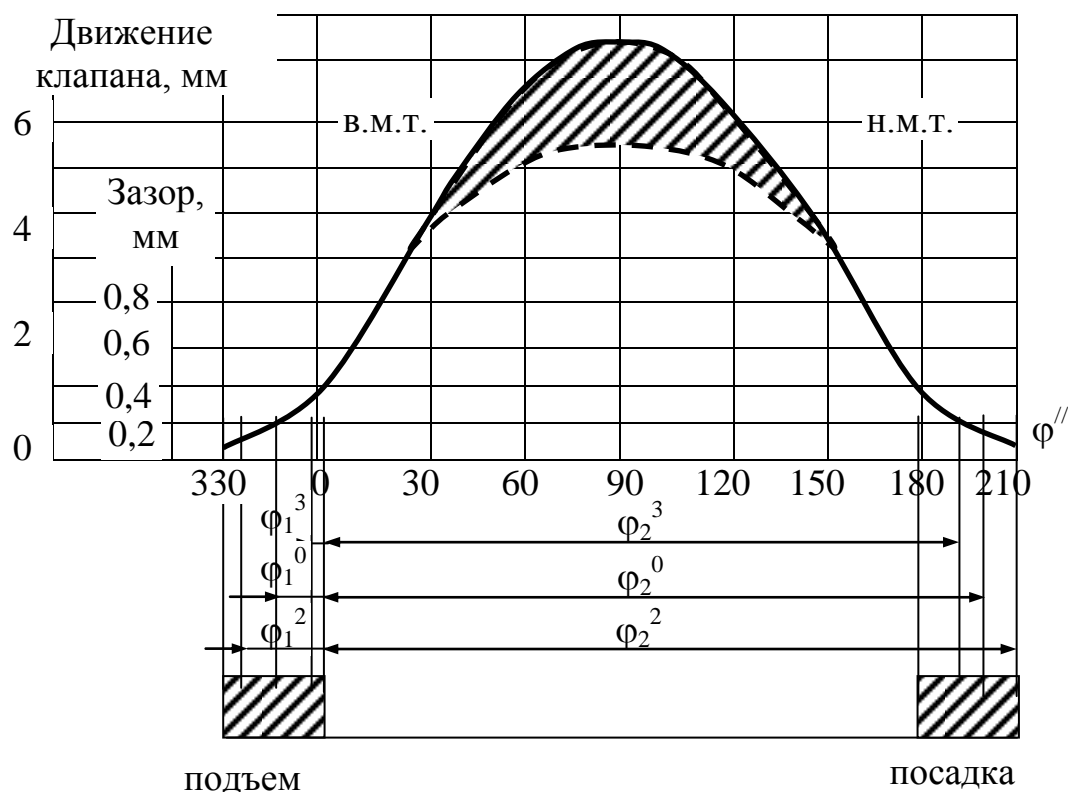
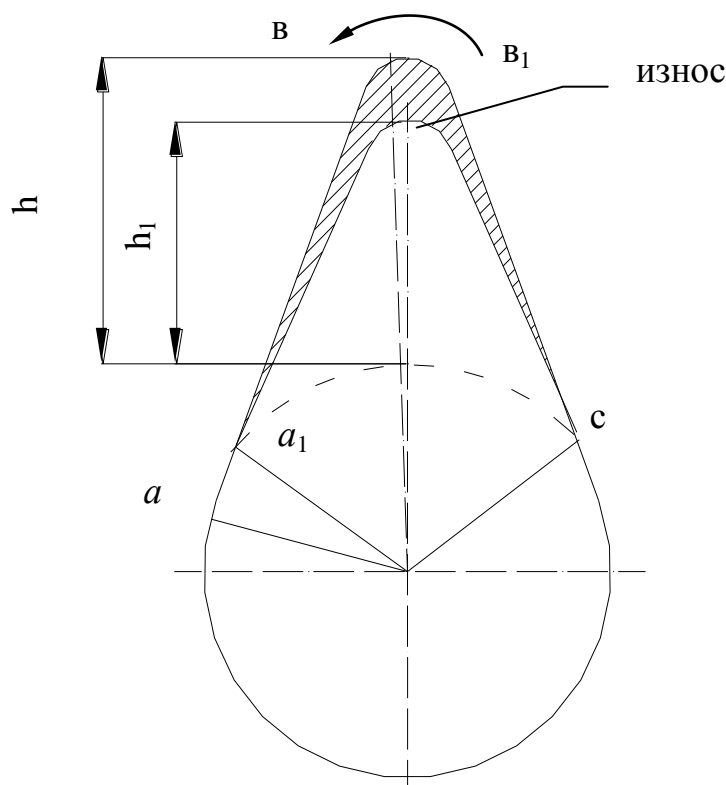


Рисунок 1 – Диаграмма «время-сечение»

Износ кулачков – самый серьёзный и трудноустраняемый дефект распределительных валов. Кулачки изнашиваются неравномерно. Цилиндрическая часть поверхности кулачка изнашивается незначительно или не изнашивается вообще.

Почти весь износ приходится на долю профильной части кулачка (рисунок 2), где наиболее сильно изнашивается набегающая сторона. В результате изменяется высота подъёма клапанов и их время – сечение. Их уменьшение приводит к соответствующему снижению коэффициента наполнения цилиндра свежим воздухом, увеличению количества остаточных газов и вызывает падение мощности и экономичности двигателя. Кроме того, нарушается кинематика движения клапана, растут динамические нагрузки на клапаны и детали механизма привода, что интенсифицирует их изнашивание. Выбраковочный параметр при ремонте кулачков – их высота от затылка до вершины.



h, h_1 – высота подъема толкателя при новом и изношенном кулачках; a, a_1 – начало открытия клапана при новом и изношенном кулачках; b, b_1 – максимальное открытие клапана при новом и изношенном кулачках; c – закрытие клапана

Рисунок 2 – Износ кулачка распределительного вала

При износе кулачков по высоте до 0,3 мм их шлифуют на эквидистантный профиль по контуру. Если износ превышает это значение, то кулачки наплавляют вибродуговой или электроимпульсной наплавкой с использованием копировального приспособления порошковой проволокой, электродами Т-590 и Т-620, а также лентами из спеченных материалов. Твёрдость наплавленных кулачков должна быть не ниже HRC 45. После наплавки их шлифуют в два приёма на копировально-шлифовальном станке модели ЗА-433. 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 твёрдостью СМ, СМ1 или СМ2 с зернистостью 46...60. Частота вращения шлифовального круга на станке ЗА-433

равна 1033 мин^{-1} и изделия – 32 мин^{-1} . Шероховатость поверхности шлифовальных кулачков не выше $R_a = 0,63 \text{ мкм}$. Профильную часть кулачков ремонтируют или электроконтактной приваркой порошка ПГ-ХН80СР2, либо электроимпульсной наплавкой с последующим шлифованием.

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

Ремонт распределительного вала начинается с очистки, дефектации, правки и заканчивается операцией по контролю основных параметров.

Технологический процесс ремонта распределительного вала зависит от особенностей конструкции, имеющихся сочетаний дефектов и состоит из следующих основных операций.

1 Проверка, если необходимо, зачистка (протачивание) центровых отверстий вала.

2 Контроль биения и правка вала.

3 Проверка состояния резьбы под болты или гайку крепления распределительной шестерни, а если необходимо, – нарезание резьбы ремонтного размера и изготовление деталей крепления с резьбой ремонтного размера или восстановление наплавкой с последующей механической обработкой до нормальных размеров.

4 Проверка состояния и размеров кулачков вала, шлифовка профиля кулачков, при необходимости, – наплавка изношенных кулачков на станках с копирувальным приспособлением.

5 Черновая обработка (обдирка) наплавленных кулачков на копирувально-шлифовальном станке.

6 Механическая обработка торцевых поверхностей восстановленных кулачков (торцовка).

7 Шабрение стенок шпоночных канавок до выведения следов износов; (фрезерование) канавок под увеличенный размер шпонок; заварка изношенных канавок с последующей фрезеровкой под нормальный размер.

8 Проверка состояния и размеров опорных шеек вала, шлифование под ремонтный размер, а если необходимо – наплавка или хромирование с последующим шлифованием под нормальные размеры.

9. Шлифование кулачков распределительного вала по требуемому контуру до нормального или ремонтного размера.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1 Ознакомиться с техническими условиями на контроль распределительного вала, записать сведения в таблицу 1, приложения А.

2.2 Разметить мелом пояса и направления измерения опорных шеек (схема измерения изображена на рисунке 1, приложения Б).

2.3 Произвести измерение опорных шеек в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях А–А; Б–Б, одна из которых А–А совпадает с осью симметрии первого (со стороны шестерни распределения) кулачка и в двух поясах отстоящих на расстоянии 5 мм от торцов шеек. Результаты измерений занести в таблицу 2, приложения Б.

2.4 Измерить микрометром диаметры опорных шеек и высоту кулачков в соответствии со схемой измерения. (Измерения высоты кулачков «Н» производят в двух поясах на расстоянии 5 мм от торцов кулачка.) Результаты измерений занести в таблицу 2, приложения Б.

2.5 По результатам измерения диаметров опорных шеек определить овальность, конусность, максимальный износ. Полученные данные записать в таблицу 2, приложения Б.

2.6 С помощью приспособления произвести замер профиля кулачка. В процессе замера ножку индикатора установить на середину нерабочей (круглой) части кулачка так, чтобы показания индикатора соответствовали 1,0 мм (ось ножки индикатора должна совпадать с осью распределительного вала). Подведя стрелку кулачкового вала к 0° лимба – сделать отсчёт по индикатору и соответственно отметить точку на диаграмме. Повернуть распределительный вал на 10° – сделать следующий отсчёт по индикатору.

Показания записать в таблицу 3 приложения Б. Измерения повторить 35 раз (до полного оборота кулачка). Повторить замеры 3 раза и определить средние значения замеров. На диаграмме отметить угол кулачка. Для этого следует фиксировать по лимбу угол, при котором показание индикатора равно 1,10...1.12 мм.

2.7 Определив износ кулачков, построить развёрнутую диаграмму профиля изношенного кулачка (приложение Б, рисунок 2) в координатах: угол поворота распределительного вала (через 10°) – показания индикатора в мм, с точностью до 0,01мм.

2.8 Определить конусность, овальность, биения и прогиба распределительного вала. Для определения биения установить индикатор со стойкой так, чтобы наконечник измерительного стержня упирался в середину к одной из опорных шеек. Медленно повернуть распределительный вал, наблюдая за отклонениями большой стрелки индикатора и при наименьшем отклонении установить записать максимальное отклонение стрелки индикатора. При такой настройке показания индикатора будут равны биению шейки. Таким же способом определить биение всех опорных шеек. Прогиб вала численно равен половине биения (при овальности равной нулю). Биение определяется по двум промежуточным шейкам, принимая для записи среднюю величину. Полученные данные записать в таблицу 2 приложения Б.

2.9 Дать заключение о годности распределительного вала по данным визуального осмотра и результатам измерений. При необходимости назначить ремонтный размер, под который необходимо обработать шейки вала.

2.10 Составить технологическую карту восстановления (маршрутную и операционную) распределительного вала.

3 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

3.1 Анализ причин износа шеек и кулачков распределительного вала, описание основных дефектов и способов их устранения.

3.2 Характеристика распределительного вала по ТУ, результаты замеров и расчёта параметров распределительного вала, данные для построения профиля кулачка и график изменения высоты кулачка в зависимости от угла поворота вала.

3.3 Карты технологического процесса восстановления распределительного вала.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Какова максимально допустимая величина износа кулачка распределительного вала?

2 Какова максимально допустимая величина износа опорной шейки распределительного вала?

3 К чему приводит чрезмерный износ распределительного вала?

4 Что такое «биение» и чем оно отличается от «прогиба»?

5 Каковы максимальные величины биения и прогиба, удовлетворяющие требованиям ТУ?

6 Что означает понятие «эквидистантный профиль»?

7 Основные дефекты распределительного вала.

8 Какими способами можно устранять износ кулачков распределительного вала, если он более 0,3 мм?

5 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Износ кулачков распределительного вала по высоте больше допустимого. выберите способ восстановления

1) шлифование под ремонтный размер

2) наплавка в среде CO_2 при помощи копировального приспособления с последующим шлифованием

3) электродуговая металлизация

4) электрошлаковая приварка порошка с последующим шлифованием под нормальный размер

2. При эксплуатации наиболее сильно изнашивается поверхность кулачка

- 1) цилиндрическая
- 2) профильная
- 3) набегающая

3. Выбраковочным параметром кулачка является

- 1) ширина кулачка
- 2) высота от затылка до вершины
- 3) диаметр опорной шейки

4. Шероховатость поверхности кулачка поле восстановления должна составлять

- 1) $R_a 0,25$
- 2) $R_a 0,063$
- 3) $R_a 0,63$

ЛИТЕРАТУРА

1 **Пучин, Е.А.** Технология ремонта машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.

2 **Курчаткин, В.В.** Надежность и ремонт машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов [и др.]; под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.

3 **Пучин, Е.А.** Практикум по ремонту машин [Текст]: учебники и учеб. пособия для вузов / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолоС, 2009. – 327 с.

4 **Пантелеенко, Ф.И.** Восстановление деталей машин [Текст]: справочник / Ф.И. Пантелеев, В.П. Лялякин, В.П. Иванов [и др.]; под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.

5 **Тюрева А.А.** Восстановление типовых поверхностей и деталей сельскохозяйственной техники [Текст]: учебное пособие / А.А. Тюрева, И.В. Козарез. – Брянск.: Изд-во Брянской ГСХА, 2013. – 151 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 – Ремонтные размеры шеек распределительных валов двигателей ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-238НБ, СМД-14

Марки двигателя	Номинальный размер	Ремонтные размеры		
		1-й	2-й	3-й
ЯМЗ-240Б (7 опорных шеек)	54,0 ^{-0,08} _{-0,11}	53,7 ^{-0,08} _{-0,11}	53,5 ^{-0,08} _{-0,11}	53,3 ^{-0,08} _{-0,11}
ЯМЗ-238НБ (5 опорных шеек)	54,0 ^{-0,065} _{-0,105}	53,7 ^{-0,065} _{-0,105}	53,5 ^{-0,065} _{-0,105}	53,3 ^{-0,065} _{-0,105}
СМД-14 уменьшенные				
1-я	55,0 ^{-0,012} _{-0,032}	54,5 ^{-0,012} _{-0,032}	54,0 ^{-0,012} _{-0,032}	53,5 ^{-0,012} _{-0,032}
2-я	52,0 ^{-0,03} _{-0,06}	51,5 ^{-0,03} _{-0,06}	51,0 ^{-0,03} _{-0,06}	50,5 ^{-0,03} _{-0,06}
3-я	48,0 ^{-0,050} _{-0,085}	47,5 ^{-0,050} _{-0,085}	47,0 ^{-0,050} _{-0,085}	46,5 ^{-0,050} _{-0,085}
Увеличенные 1-я	-	55,5 ^{-0,012} _{-0,032}	56,0 ^{-0,012} _{-0,032}	-
2-я	-	52,5 ^{-0,03} _{-0,06}	53,0 ^{-0,03} _{-0,06}	-
3-я	-	48,5 ^{-0,050} _{-0,085}	49,0 ^{-0,050} _{-0,085}	-

Таблица 2 – Ремонтные размеры шеек распределительных валов двигателей ГАЗ-53 и ЗИЛ-130

Двигатель	Номинальный размер	Ремонтные размеры в мм			
		1-й	2-й	3-й	4-й
ГАЗ-53	50 ^{-0,017}	49,0 ^{-0,017}	49,6 ^{-0,017}	49,4 ^{-0,017}	49,2 ^{-0,017}
ЗИЛ-130	передняя и три промежуточные шейки				
	51 ^{-0,02}	50,8 ^{-0,02}	50,6 ^{-0,02}	50,4 ^{-0,02}	50,2 ^{-0,02}
	задняя шейка				
	45 ^{-0,017}	48,8 ^{-0,017}	44,8 ^{-0,017}	44,4 ^{-0,017}	44,2 ^{-0,017}

Таблица 3 – Размеры кулачков, мм, в зависимости от высоты и биение средней шейки относительно крайних шеек распределительного вала, мм

Двигатель	Высота кулачков				Биение не более	
	впускных		выпускных		по чертежу	допустимое
	по чертежу	допустимая	по чертежу	допустимая		
ЯМЗ-240Б	42,2±0,05	42,0	42,2±0,05	42,0	0,03	0,05
А-01М	45,25 _{-0,17}	44,20	45,25 _{-0,17}	44,20	0,05	0,08
Д-240	41,32±0,05	40,20	41,32±0,05	40,20	0,05	0,10
ЗИЛ-130	41,85 _{-0,1}	40,8	41,85 _{-0,1}	40,8	0,02	0,05
ЗМЗ-53	36,155 ^{+0,113} _{+0,063}	35,83	35,573 ^{+0,079} _{+0,0,29}	35,21	0,02	0,05
СМД-17; СМД-18КН СМД-19; СМД-20; СМД-21	45,53* _{-0,25}	47,82*	45,53* _{-0,25}	47,82*	0,03	0,05
СМД-22; СМД-22А	42,65** _{-0,025}	42,00**	42,65** _{-0,025}	42,00**		

Примечание – *при размере цилиндрической части кулачка 36,6_{-0,16} мм.
**при размере цилиндрической – 33,6_{-0,16} мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 1 – Характеристика распределительного вала по ТУ

Марка двигателя	Материал детали	Термическая обработка	Твёрдость
Допустимая овальность			
Допустимая конусность			
Допустимое биение			
Кулачки		впускные	выпускные
Номинальная высота кулачков			
Предельно допустимая высота кулачков			

Таблица 2 – Результаты измерения распределительного вала

Опорные шейки			№		№	
Пояса измерения			I-I	II-II	I-I	II-II
Диаметр опорных шеек	Сечение измерения А-А	1				
		2				
		3				
		ср.				
	Сечение измерения Б-Б	1				
		2				
		3				
		ср.				
Овальность средняя						
Конусность						
Наименьший размер						
Наибольший износ						
Биение опорных шеек						
Кулачки (сечение)						
Выпускной						
Впускной						
Износ выпускного						
Износ впускного						

Таблица 3 – Результаты замеров профиля кулачка

Показания лимба град.					10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Показания индикатора мм.					1									
					2									
					3									
					ср.									
	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
1														
2														
3														
ср.														
	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	
1														
2														
3														
ср.														

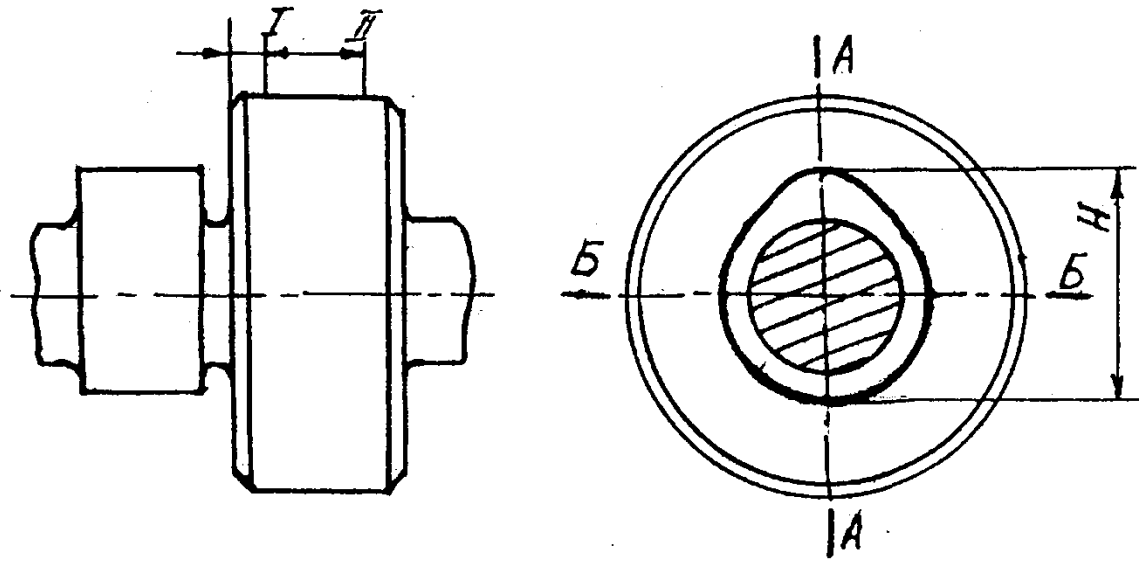


Рисунок 1 – Схема замеров параметров распределительного вала.



Рисунок 2 – Развёрнутая диаграмма профиля кулачка

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

На первом лабораторном занятии со студентами проводится инструктаж по технике безопасности с последующей регистрацией и личной подписью студента в журнале по технике безопасности.

Перед выполнением лабораторной работы в целях исключения травматизма, а также поломки оборудования, технологической оснастки и приборов, каждого студента знакомят с правилами техники безопасности при выполнении соответствующей работы.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- приступать к выполнению лабораторной работы без ознакомления с правилами техники безопасности;
- включать оборудование без разрешения учебного мастера или преподавателя;
- убирать стружку без применения специальных средств;
- касаться движущихся частей механизмов, инструмента, детали и заготовки;
- подходить к оборудованию в расстегнутых халатах, с расстегнутыми рукавицами, с незаправленными под головной убор волосами;
- заходить за станок в зону сброса стружки;
- применять излишние усилия при работе с приборами;
- курить и загрязнять помещение лаборатории, портить имущество.

СТУДЕНТ ОБЯЗАН:

- выполнять только порученную преподавателем работу;
- сдавать свое рабочее место учебному мастеру или преподавателю чистым и в полном порядке;
- сообщать учебному мастеру или преподавателю о всех неполадках оборудования, приборов до и во время выполнения работы;

- знать места расположения и размещения средств пожаротушения и правила пользования ими;
- не вмешиваться в работу студентов, выполняющих другую лабораторную работу, если это не поручено преподавателем.
- перед началом работы заправить одежду, застегнуть рукава, убрать волосы под головной убор;
- подготовить рабочее место для безопасной работы, убрать все лишнее с рабочей площади и со станка;
- проверить и подготовить к работе технологическую оснастку и приборы;
- проверить целостность заземляющего провода и надежность его контактов;
- проверить исправность светильника местного освещения;
- убедиться в отсутствии трещин и сколов на режущей кромке инструмента;
- надежно закрепить заготовку и режущий инструмент;
- перед включением станка убедиться, что его пуск никому не угрожает;
- использовать указанные преподавателем условия и режим обработки и всякое их изменение согласовывать с преподавателем;
- для защиты глаз пользоваться защитными очками;
- не производить чистку и смазку технологического оборудования, установку и подналадку режущего инструмента во время работы оборудования.

1.2. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ НАПЛАВКОЙ ПОД ФЛЮСОМ

- Перед началом работы проверить надежность заземления, состояние защитного экрана и работу местной вытяжной вентиляции;
- во время работы стоять на резиновом коврике ;

- во время наплавки следить за уровнем флюса в бункере, поскольку после прекращения подачи флюса дуга становится открытой и может повредить глаза;
- при прорыве дуги сквозь флюс необходимо прекратить работу на установке;
- работу производить в очках с защитными стеклами, чтобы обезопасить глаза от отлетающих раскаленных частиц шлака при отделении шлаковой корки от детали;
- при снятии наплавленной детали пользоваться специальными клещами во избежание ожогов.

1.3. Правила техники безопасности при работе на токарных станках

- Не измерять размеры вращающейся заготовки;
- не наклоняться близко к вращающейся заготовке;
- не допускать большого вылета резца;
- при наладке станка и при обработке заготовок в ручном режиме отводить суппорт на безопасное расстояние;
- не тормозить рукой или другим способом вращающийся патрон, не поддерживать отрезаемую заготовку рукой;
- не снимать и не открывать ограждения и предохранительные устройства во время работы станка.

1.4. Правила техники безопасности при работе на шлифовальных станках

- Перед началом работы проверить работу станка при вращении шлифовального круга на холостом ходу; при наличии вибраций, связанных с биением круга, следует остановить станок и сообщить учебному мастеру;
- при работе станка запрещается находиться напротив шлифовального круга;

- при установке заготовки на центры станка необходимо фиксировать пи-ноль задней бабки для предотвращения вырыва заготовки в процессе обработки;
- при работе на станке использовать защитное ограждение;
- быстрый подвод круга следует производить, располагая его на достаточном расстоянии от заготовки, чтобы избежать удара круга о заготовку и ее возможного вырыва;
- подвод круга к заготовке следует производить плавно, без рывков;
- правку круга производить с разрешения учебного мастера при помощи специальных приспособлений;
- обработку заготовок производить с применением СОЖ; при недостаточном ее расходе сообщить учебному мастеру.

1.5. Правила электробезопасности

- Не производить ремонт электрооборудования, о неисправностях сообщать учебному мастеру или преподавателю;
- не снимать ограждения с электрооборудования, не открывать двери электрошкафов;
- не касаться незащищенных токоведущих частей оборудования;
- знать места расположения автоматов общего отключения и при необходимости отключать с их помощью электрическое питание.

1.6. Правила техники безопасности после окончания работы на технологическом оборудовании

- После окончания работы или при длительных перерывах выключать оборудование;
- не вытирать руки обтирочным материалом, загрязненным СОЖ и стружкой;
- сдавать рабочее место чистым и в полном порядке.

Содержание

Очистка объектов ремонта	4
Исследование технического состояния рабочих поверхностей гильзы цилиндров	23
Дефектоскопия и дефектация деталей(магнитная дефектоскопия).....	36
Статическая и динамическая балансировка	51
Ремонт гильз цилиндров автотракторных двигателей методом ремонтных размеров	73
Восстановление деталей с.-х. техники наплавкой под слоем флюса	100
Технологические приемы и режимы при восстановлении деталей машин электродуговой и газовой сваркой и наплавкой	124
Технологии ремонта корпусных чугунных деталей с трещинами.....	142
Технологии восстановления деталей машин изготовленных из алюминиевых сплавов	161
Ремонт распределительных валов	176
Техника безопасности при выполнении лабораторных работ.....	190

Учебное пособие

Тюрева Анна Анатольевна
Михальченков Александр Михайлович
Козарез Ирина Владимировна

Технология ремонта машин

Редактор Павлютина И.П.
Компьютерная верстка Егорова Т.А.

Подписано к печати г. Формат 60x84 1/16. Бумага печатная.
Усл. п.л.. Тираж 100. Издат. №

Издательство Брянского Государственного аграрного университета
243365. Брянская обл., Выгоничский р-он., с. Кокино, Брянская ГСХА